VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Návrh přípravku pro efektivnější manipulaci s výrobky během svařování

Jig Design for More Efficient Handling with the Product During the Welding Process

Student: Bc. Tomáš Šperlich

Osobní číslo: SPE0023

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Ivan Mrkvica

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Šperlich**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Téma: Návrh přípravku pro efektivnější manipulaci s výrobky během svařování
Jig Design for More Efficient Handling with the Product During the Welding Process

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Analýza současného stavu - průběh svařování a manipulace s výrobkem.
3. Návrh konstrukčního řešení přípravku pro polohovadlo.
4. Zpracování výkresové dokumentace přípravku.
5. Technologický postup výroby přípravku.
6. Technicko-ekonomické zhodnocení navrženého přípravku.
7. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje II. díl Přípravky*. 3. vydání, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2015, 184 s. ISBN 978-80-248-3776-5.
CHVÁLA, B.; VOTAVA, I. *Přípravky*. Praha: SNTL Praha, 1989, 214 s.
ŘASA, J.; HANĚK, V.; KAFKA, J. *Strojírenská technologie 4, Návrhy nástrojů, přípravků a měřidel. Zásady montáže*. 1. vydání, Praha: Scientia, spol. s r.o., 2003, 505 s. ISBN 80-7183-284-7.
ZEMČÍK, O. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Brno: CERN, s.r.o. Brno, 2003, 193 s. ISBN 80-214-2336-6.
MINAŘÍK, V. *Obloukové svařování*. Praha: Scientia, spol. s r.o., 1998, 229 s. ISBN 80-7183-119-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Ivan Mrkvica**

Datum zadání: 20.12.2019
Datum odevzdání: 18.05.2020

doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA Fakulta strojní -4- OSTRAVA

prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 3. května 2020

Šperlich

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do její skutečné výše),
- beru na vědomí, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 3. května 2020.

Šperlich

.....

podpis autora práce

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ŠPERLICH, T. *Návrh přípravku pro efektivnější manipulaci s výrobky během svařování: Diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2020, 82 s. Vedoucí práce: Mrkvica, I.

Diplomová práce se zabývá návrhem přípravku pro svařování a výhodami jeho zavedení do výroby. V první části práce je rozebrána problematika přípravků, jejich klasifikace dle různých hledisek a zásady jejich navrhování. Následuje analýza současného stavu výroby dané součásti. Za účelem zefektivnění výroby této součásti je dále navržen přípravek umožňující časovou i finanční úsporu. Práce obsahuje popis polohovadla, pro které je tento přípravek určen, stejně jako podrobný popis jednotlivých součástí přípravku včetně 3D modelů. V další části práce se nachází postup výroby všech částí přípravku. Poslední kapitolou práce je technicko-ekonomické zhodnocení navrhovaného přípravku včetně výpočtu návratnosti. Diplomová práce je doplněna o kompletní výkresovou dokumentaci přípravku.

Klíčová slova: přípravek, polohovadlo, upínání, svařování

ANOTATION OF MASTER THESIS

ŠPERLICH, T. *Jig Design for More Efficient Handling with the Product During the Welding Process: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining, Assembly and Engineering Metrology, 2020, 82 p. Thesis head: Mrkvica, I.

The master thesis deals with the design of the jig for the welding and with the advantages of its introduction into the production. The problematics of the jigs, their classification according to different aspects and also the principles of their design are discussed in the first part of the thesis. An analysis of the current state of production of the component follows. In order to make the production of this component more efficient, there is the jig design for enabling time and cost savings. The work contains a description of the positioner for which this jig is designed, as well as detailed description of individual jig components including 3D models. There is a procedure of production of all parts of the jig in the next part of the thesis. The last chapter is about the technical-economic evaluation of the designed jig, including the calculation of its returns. The master thesis is supplemented with a complete drawing documentation of the jig.

Key words: jig, positioner, clamping, welding

Obsah

Seznam použitého značení

Značka	Veličina	Jednotka
GMAW	Obloukové svařování tavící se elektrodou	-
MAG	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu	-
MIG	Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu	-
WPS	Specifikace postupu svařování	-
PA	Poloha svařování vodorovná shora	-
PB	Poloha svařování vodorovná šikmo shora	-

Úvod – cíl diplomové práce

V dnešní době se strojírenský průmysl velmi rychle rozvíjí díky úrovni technického pokroku. Proto je pro firmy nutné zachovat si konkurenceschopnost, stejně jako pracovat na neustálém zefektivňování své výroby. Je žádoucí neustále směřovat k progresi výrobního procesu. Tento vývoj vyžaduje zohlednění časových i finančních aspektů výroby a jejich přizpůsobování firemnímu rozvoji. Za tímto účelem se využívají modernější stroje a technologie výroby, navíc jsou v zájmu zjednodušení výrobního procesu stále častěji navrhovány a zaváděny přípravky odpovídající vyráběným součástem.

Návrh jednoho z těchto přípravků je také cílem této diplomové práce. Přípravek má sloužit ke zrychlení a celkovému zefektivnění výroby svařovaných horních rámů ve firmě UNEX a.s. Tato společnost se orientuje na metalurgii a těžké strojírenství. Její specializací jsou především svařované díly, těžké konstrukce z oceli, odlitky a výkovky.

Jedním z cílů práce je analýza současného stavu výroby výše zmíněné svařované součásti. Je třeba rozebrat jednotlivé kroky svařovacího procesu a zohlednit manipulaci se svařencem mezi těmito etapami. Rovněž je nutné brát ohled na pomůcky nezbytné pro práci se svařovanou součástí.

Na základě této analýzy je dalším z cílů návrh manipulačního přípravku, který by celý proces výroby zjednodušil a zrychlil. Tento přípravek bude určen pro upnutí do polohovadla, které bude zajišťovat manipulaci se součástí během celého procesu svařování. Při návrhu přípravku je třeba brát zřetel na postup jeho konstrukce.

Cíle práce zahrnují také vyhotovení kompletního technologického postupu výroby přípravku, podle kterého je možné tento přípravek ve firmě UNEX a.s. vyrobit. Tento technologický postup je orientován na co nejnižší výrobní náklady.

Posledním cílem diplomové práce je zhodnotit efektivitu zavedení přípravku do výroby z časového i finančního hlediska. Technicko-ekonomické zhodnocení bude zahrnovat výpočet nákladů na výrobu přípravku, časové a finanční úspory související s jeho využitím ve výrobě a bude se zabývat také návratností investic do tohoto přípravku.

1 Přípravky

Přípravky lze definovat jako speciální výrobní pomůcky, které jsou určeny k ustavení opracované součásti v určité poloze vzhledem k použitému nástroji. Upnutí obrobku v přípravku musí být pevné, rychlé a bezpečné. Poloha ustaveného obrobku v průběhu operace musí být neměnná. Přitom je nutné zajistit snadnou a rychlou výměnu nástroje či obrobku [1], [2].

1.1 Rozdělení přípravků

Přípravky lze rozdělit dle následujících hledisek:

- hledisko použitelnosti,
- hledisko operačního určení,
- hledisko upínací síly [3].

1.1.1 Rozdělení přípravků dle použitelnosti

1) *Přípravky univerzální* – slouží k upnutí více druhů obrobků stejného typu, ale odlišných tvarů a velikostí. U některých může být nutné využití speciálního doplňku pro různé druhy obrobku. Univerzální přípravky, které jsou normalizovány či prodejné dle katalogového listu nebo katalogu, jsou nazývány normální přípravky [4].
2) *Skupinové přípravky* – skládají se z vyměnitelných či seřiditelných a stálých součástí, přičemž celý přípravek nebo alespoň jeho část je společná pro skupinu obrobků. Mezi stálé součásti se řadí těleso přípravku a upínací mechanizmus se silovou jednotkou. Seřiditelné nebo vyměnitelné součásti jsou pak vodicí, ustavovací, případně upínací elementy přípravku. Jednotlivé vyměnitelné součásti jsou řešeny v závislosti na tvaru obrobku nebo skupiny obrobků [3].
3) *Stavebnicové přípravky* – bývají sestaveny z jednotlivých typizovaných částí tvořících požadovaný přípravek [3].
4) *Speciální přípravky* – jedná se o jednoúčelová upínací zařízení, v nichž je možné obrobek při určité operaci upnout výrazně výhodněji než při použití univerzálního přípravku [4].

1.1.2 Rozdělení přípravků dle operačního určení

1) *Obráběcí přípravky* – slouží k upnutí obráběné součásti v potřebné poloze vzhledem k nástroji. Pokud je nutné zároveň vést nástroj, bývá toto vedení součástí daného přípravku [4].
2) *Montážní přípravky* – jsou určeny k usnadnění spojení montážních jednotek a jednotlivých sdružených částí složených výrobků. Dle potřeby deformují pružné elementy (pružiny, pera atd.). Vykonávají operace nutné pro vyvození větší síly. Mezi montážní přípravky se řadí i přípravky svařovací [1].
3) *Kontrolní přípravky* – jsou využívány ke kontrole rozměrů, případně i správnosti geometrických tvarů [3].
4) *Rýsovací přípravky* – slouží k rýsování jednotlivých součástí před samotným procesem obrábění [4].
5) *Ostatní pomocná a dílenská zařízení* – zahrnují pomůcky zvyšující pracovní možnosti strojů a pomůcky sloužící k obrábění speciálně tvarovaných ploch obrobitelných na běžných obráběcích strojích pouze s přídavným zařízením. Do této skupiny patří také pomocná nakládací zařízení umožňující vložení těžkých součástí do stroje a jejich polohování, vyjímání atd. [3], [4].

1.1.3 Rozdělení přípravků dle upínací síly

1) *Přípravky s ručním upínáním* – měli by být sestaveny tak, aby námaha nutná k upnutí obrobku byla co nejnižší a čas nutný k výměně obrobku co nejkratší [3].
2) *Přípravky s mechanickým upínáním* – k upnutí obrobku je použita upínací mechanická síla vyvinutá:
    - tlakovou kapalinou (hydraulické přípravky),
    - stlačeným vzduchem (pneumatické přípravky),
    - zapůsobení magnetického pole (elektromagnety),
    - podtlakem,
    - elektromotoricky,
    - hmotou s pamětí,
    - kombinací výše uvedených možností [3].

1.2 Konstrukce přípravků

Nejdůležitějšími hledisky při konstrukci jakéhokoliv přípravku jsou především přesnost a hospodárnost. Tyto podmínky splňuje navrhovaný přípravek pouze tehdy, když úspory

získané zavedením daného přípravku do provozu převyšují náklady na pořízení a údržbu přípravku. Velikost úspor přímo závisí na úsporách dosažených nejprve na jediném obrobku, později na celkovém počtu obrobků [4].

Při srovnání obrobků obrobených na jednom obráběcím stroji za určené období lze pozorovat, že je možno tyto obrobky rozdělit do několika skupin. V každé skupině si musí být obrobky natolik podobné, aby bylo možné zkonstruovat pro výrobu všech jeden společný přípravek. Vzhledem k některým odlišnostem těchto obrobků musí být určité součásti daného přípravku seřizovatelné nebo výměnné. Většina součástí přípravku je však pro celou skupinu obrobků společná. Tímto se výrazně zvyšuje počet obrobků obrobených v jediném přípravku, čímž se zároveň zvyšují dosažené úspory. Tak je umožněna konstrukce složitějšího a dražšího přípravku, který je však výrazně účinnější [4].

V každé ze skupin jsou obrobky dále rozděleny do několika podskupin podle toho, které obrobky umožnují konstrukci společného výrobního zařízení tím, že je možné je obrábět na jediném obráběcím stroji. Pro konstrukci tohoto zařízení je z podskupiny obrobků vybrán ten nejsložitější obrobek jako základní. Tento obrobek musí slučovat geometrické prvky z celé skupiny obrobků. V opačném případě musí být jednotlivé obrobky postupně zanalyzovány, přičemž všechny zjištěné chybějící geometrické prvky jsou do základního obrobku postupně dokresleny. Tímto postupem vzniká tzv. komplexní obrobek, podle kterého je pak konstruováno společné výrobní zařízení určené pro výrobu všech obrobků v dané podskupině jen s minimálními úpravami [4].

1.2.1 Zásady konstrukce přípravků

Při samotné konstrukci přípravků je nezbytné dodržet následující zásady:

1. před navrhováním přípravku je nutné znát pracovní postup pro danou součást,
2. při navrhování přípravků je třeba uvážit možnost použití tohoto přípravku pro více operací (i s drobnou úpravou v případě potřeby),
3. je nezbytné, aby byl přípravek dostatečně tuhý,
4. plochy podléhající opotřebení musí být dostatečně tvrdé a musí být vyměnitelné,
5. obráběná a upínací plocha musejí ležet co nejblíže u sebe kvůli stabilitě přípravků,
6. polohu obrobku v přípravku musí zajišťovat pevné dorazy,
7. upínací prvky musejí mít jednotný smysl pohybu,
8. je nutné zajistit působení řezného odporu proti pevným dorazům,
9. obsluha přípravku musí být snadná, rychlá, nenáročná, a možná i s malou silou,

10. ovládací prvky přípravku nesmí znemožnit pohyb nástroje a nesmí překážet odcházejícím třískám,
11. při konstruování je třeba brát ohled na odvod třísek, odtok řezné kapaliny a snadný přístup k ustavovacím plochám pro možnost jejich čistění,
12. přípravek nesmí při manipulaci během práce přesáhnout 15 kg, v opačném případě musí být opatřen závěsnými oky atd.,
13. pokud dělník přichází při práci s přípravkem do styku s hranami, musí být tyto hrany zaobleny a zabezpečeny proti zranění,
14. vkládací prostor pro jednotlivé součásti musí být umístěn v dostatečné vzdálenosti od všech nebezpečných částí stroje,
15. po upnutí a obrobení v první operaci je nutné získat plochu pro upnutí a ustavení v operaci další,
16. přípravky, které jsou upnuty na vřeteno stroje, nesmí zvyšovat setrvačnou hmotnost, musí tedy být lehké a vyvážené,
17. konstrukcí přípravků nesmí být umožněno obrácené vložení a upnutí obrobku,
18. při konstrukci je nutné využít co největší množství dříve vyrobených a použitých prvků přípravků nebo normalizovaných součástí,
19. pokud to lze, využijeme univerzální přípravek, který v případě nutnosti upravíme,
20. při možnosti vyřešit přípravek stavebnicově tak vždy učiníme,
21. při konstrukci přípravku je třeba dbát také na jeho vzhled [3].

1.2.2 Zásady volby materiálu

Materiál zvolený pro konstrukci přípravku musí splňovat všechny požadavky, jež jsou kladeny na tento přípravek (dostatečná přesnost, pevnost, odolnost proti opotřebení, tuhost). Při volbě materiálu je nutno brát ohled na tato hlediska:

1. požadovaná přesnost obrobku, a tedy i přípravku,
2. možné opotřebení a namáhání, funkce a tvar daného přípravku nebo jeho částí,
3. nejnižší stupeň obrobení konkrétních součástí přípravku,
4. prostředí, ve kterém bude přípravek umístěn,
5. hmotnost přípravku,
6. cena a dostupnost potřebného materiálu a normalizovaných částí, možnosti výroby nářaďovny [3].

1.2.3 Vliv přípravků na přesnost výroby

Při výrobě strojních součástí je hlavním kritériem jejich přesnost a také drsnost obrobeného povrchu. Tyto veličiny mají hlavní vliv na životnost i funkční vlastnosti strojních součástí. Rovněž je nutno plně respektovat i také ekonomickou stránku výroby, která je zmíněnými požadavky přímo ovlivňována. Tím se snižuje požadavek na přesnost výroby i drsnost povrchu pouze na úroveň, která je z estetického a funkčního hlediska nezbytně nutná [5].

Uvedené vlastnosti nejvíce ovlivňují přípravek a nástroj ve spojení s obrobkem a strojem. U přípravku je posuzována především tvarová, rozměrová a geometrická přesnost, jež jsou bezprostředně ovlivněny stavem přípravku a jeho konstrukcí. Přestože drsnost povrchu bývá hodnocena zvlášť, při komplexním posouzení jsou všechny vlastnosti hodnoceny společně. Hodnocení vychází ze skutečnosti, že určitá drsnost povrchu odpovídá určité přesnosti obrobku. Aby bylo dosaženo požadované drsnosti povrchu, je třeba zvolit vhodný způsob obrábění [3].

Na výslednou nepřesnost má hlavní vliv stav soustavy stroj – nástroj – přípravek – obrobek a pracovní podmínky. Přesnost obráběcích strojů je ovlivněna geometrickou, kinematickou a dynamickou přesností [3].

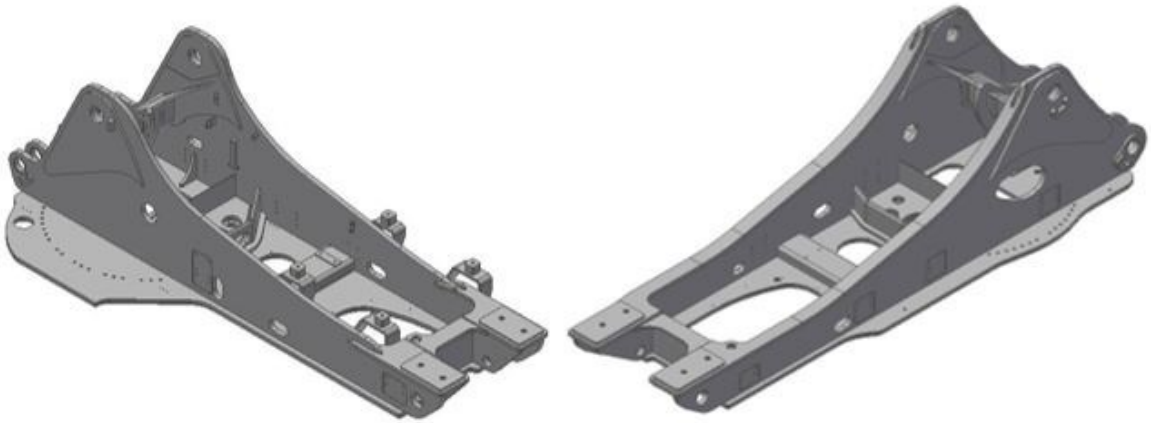
Přesnost obrábění je dále dána druhem použitého nástroje, a to buď přímo, tedy bezprostředně tvarem tohoto nástroje, nebo nepřímo jeho okamžitým stavem. Do první skupiny se řadí nástroje tvarové a rozměrové, jejichž parametry přímo ovlivňují tvar a rozměr obrobku. Druhá skupina je tvořena všemi nástroji, u kterých je přesnost výroby bezprostředně dána jejich nastavením oproti obrobku a také nepřímo jejich stavem (například stupeň otupení) [5].

Konstrukce a dokonalost provedení přípravků určených pro upnutí obrobku má bezprostřední vliv na tvarovou i rozměrovou přesnost obrobku, jelikož tyto přípravky udávají vzájemnou polohu obrobku a řezného nástroje. Je však třeba nezávisle hodnotit přesnost samotného přípravku, se kterou jsou spojené odchylky výroby součástí, a ovlivnění tuhostí přípravků, kdy se z důvodu působení řezných odporů nebo jejich změny mohou objevit deformace ovlivňující konečnou přesnost obrobku [5].

Přesnost obrobků je výrazně ovlivněna také pracovními podmínkami. Například v důsledku působení řezných podmínek během procesu obrábění mohou vznikat proměnlivé síly, jež ovlivňují celou výše uvedenou soustavu. Následkem této skutečnosti je změna polohy nástroje vůči obrobku, a tedy vznik dalších tvarových i rozměrových nepřesností obrobku [3].

2 Analýza současného stavu výroby součásti

Jedná se o svařované díly horních rámů (viz obr. 2.1), které se dále používají jako součásti strojů manipulační techniky (viz obr. 2.2). Tyto rámy se nacházejí nad nápravami strojů a jsou k nim připevněny kabiny a další příslušenství stroje, např. motor.



Obrázek 2.1 – Horní rámy

Obrázek 2.2 – Pásové rýpadlo R 936 [6]

2.1 Průběh svařování součásti

Začátek výroby svařovaného dílce probíhá na pracovišti zámečníků. Zámečníci jednotlivé díly horního rámu poskládají v podsestavy a následně v sestavu dle výkresu a provedou stehové svary. Jako první jsou poskládány bočnice rámu se zesílením (viz obr. 2.3).

Obrázek 2.3 – Podsestava bočnice

Takto vytvořené podsestavy bočnic jsou dále spojeny se základní deskou rámu (viz obr. 2.4), ke které jsou nastehované další výztuhy. Při stehování bočnic k základní desce musí být využity vzpěry mezi bočnicemi, aby byla dodržena rozteč mezi nimi.

Obrázek 2.4 – Podsestava bočnic se základní deskou

U takto poskládané a sestehované podsestavy musí dojít k zavaření svářečem, aby bylo možné pokračovat v dalších etapách skládání. Kdyby se celý rám poskládal v jedné etapě, nebylo by kvůli zhoršené přístupnosti možné zavařit všechny svary.

Po zavaření následuje doplnění středu rámu se žebry a výztuhami (viz obr. 2.5). Výztuhy jsou nutné z toho důvodu, aby během manipulace nebo v průběhu svařování nedocházelo k deformacím rámu. Po zavaření všech svarů jsou výztuhy odpáleny a styky se hladce zabrousí tak, aby byl povrch bez vrubů.

Obrázek 2.5 – Podsestava doplněná o střed rámu

Samotné svařování probíhá po přemístění podsestavy na pracoviště svářečů (viz obr. 2.6). Ti provedou kompletní zavaření všech svarů podsestav dle výkresů. Svařování může probíhat pouze v polohách *PA* u tupých svarů a u koutových svarů v polohách *PA* a *PB* podle normy EN ISO 6947.

Svařování se provádí v několika etapách z důvodu velkého počtu svarů. Jedná se totiž o vícevrstvé svařování a teplota mezi vrstvami nesmí překročit teplotu interpass. Proto se svařování musí provádět podle WPS, kde jsou uvedeny veškeré informace ke svařování. Po zavaření horního rámu následuje operace rovnání, kdy dochází k nápravě deformací dílu, které vznikly během svařování.

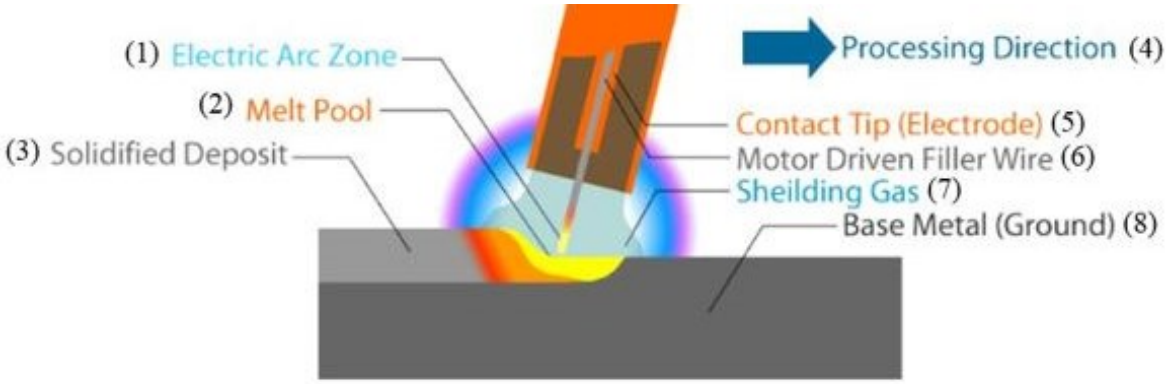
Horní rámy jsou svařovány metodou 135 dle EN ISO 4063. Výrobek je umístěn na dvou podpěrách, kolem kterých se svářeč musí pohybovat. Některé sváry jsou špatně přístupné, proto musí svářeči používat různé pomůcky (např. žebříky, schodky), aby se ke svarům dostali.

Obrázek 2.6 – Svařování horního rámu

Takto zavařený rám je přemístěn zpět na pracoviště zámečníků, kteří na závěr provedou jeho dostrojení. Rozmístí a přivaří další součásti dle výkresu (příložky, vodicí lišty atd.). Tyto součásti se doplňují na závěr z toho důvodu, že během manipulace by mohlo dojít k jejich poškození.

2.1.1 Metoda svařování 135-GMAW

Při této metodě obloukového svařování se využívá aktivní plyn k vytvoření ochranné atmosféry, která chrání oblouk, elektrodu i tavnou lázeň před nežádoucími účinky okolní atmosféry. Jedná se o jednu z nejčastěji využívaných metod, jelikož svarový spoj dosahuje vysoké kvality. Dalšími výhodami jsou např. možnost robotizace či mechanizace nebo obsáhlý výběr ochranných plynů i přídavných materiálů [7].



1 – elektrický oblouk, 2 – tavící lázeň, 3 – sekundární materiál, 4 – směr svařování, 5 – kontaktní špička, 6 – tavící se elektroda poháněná motorem, 7 – ochranný plyn, 8 – základní materiál (uzemnění)

Obrázek 2.7 – Princip svařování tavící se elektrodou MIG/MAG [8]

Při svařování metodou MAG je využívána tavící se kovová elektroda spolu s aktivním plynem (většinou CO_2, případně směs CO_2, O_2 a Ar). K hoření oblouku dochází mezi základním materiálem a tavícím se drátem, jež je z cívky do hořáku podáván mechanizmem v rychlosti odpovídající svařovacímu proudu a průměru drátu. Ochranu svařovací lázně zajištuje použití aktivního plynu vstupujícího do chemických reakcí. Svařovací metoda MAG je využívána ke svařování vysocelegovaných, nízkolegovaných i nelegovaných ocelí. Mezi výhody MAG svařování patří úzký svar, velký průvar, značná bezpečnost proti vzniku pórů a také stabilní ochrana díky specifické hmotnosti a hustotě CO_2 [7].

2.2 Manipulace s výrobkem během svařování

Kvůli zajištění správné polohy během svařování je nutné s výrobkem manipulovat. Tato manipulace je složitá a časově náročná. Prodlužuje celkový čas výroby, jelikož vznikají prostoje u svářečů čekajících na otočení svařence.

Manipulace smí být provedena pouze kvalifikovanými pracovníky prostřednictvím mostového jeřábu a úvazků. Tito pracovníci musí dodržovat podnikovou směrnici *Systém bezpečné práce pro zdvihací zařízení* a současně se řídit normou ČSN ISO 12480-1 (Jeřáby – Bezpečné používání).

Výrobek je nejprve ustaven na podpěrách na základní desce (viz obr. 2.8). Po provedení zavaření svářečem je nutné zavolat obsluhu jeřábu, který svařenec otáčí. To vede k dalším časovým prodlevám při výrobě součásti.

Obrázek 2.8 – První ustavení svařence

Přivolaný pracovník provede otočení svařence na stranu (viz obr. 2.9). Při takovémto ustavení musí svářeči využít žebříku nebo schodků, aby se dostali k místům, kde je nutné provést svar. Po tomto zavaření musí opět přijít obsluha a svařenec znovu otočit.

Obrázek 2.9 – Druhé ustavení svařence

Další poloha svařence je základní deskou vzhůru (viz obr. 2.10), kdy je dokončen koutový svar mezi horními lyžinami a bočnicemi součásti.

Obrázek 2.10 – Třetí ustavení svařence

2.2.1 Fotodokumentace otáčení svařence

Obrázek 2.11 – Manipulace se svařencem

3 Návrh konstrukčního řešení přípravku pro polohovadlo

Přípravek je určen pro polohovadlo Sideros SLC 250, které usnadní manipulaci s výrobkem. Konstrukčně bude přípravek řešen jako svařovaný rám, do kterého bude součást upínána.

3.1 Polohovadlo Sideros SLC 250

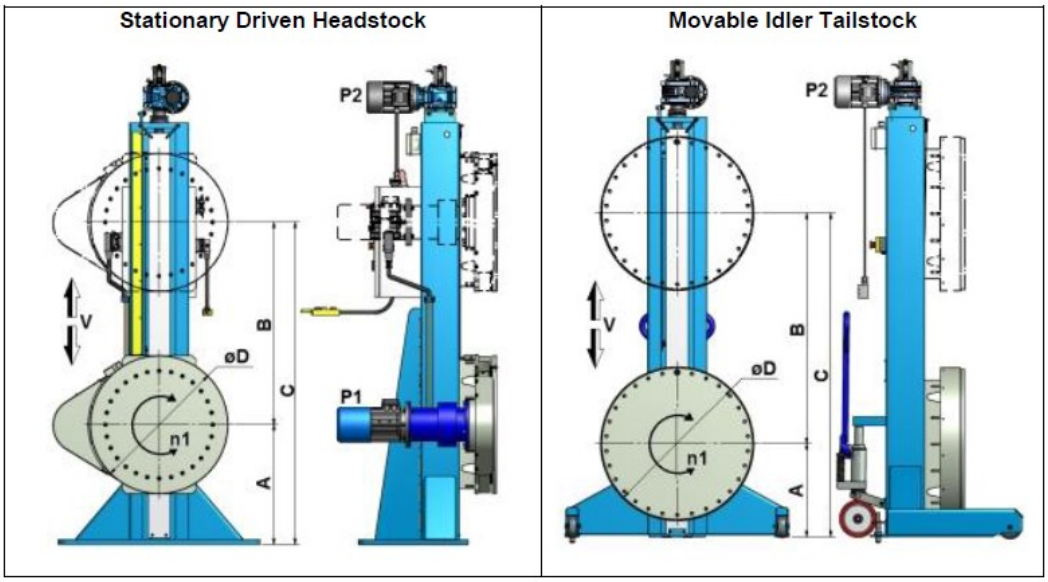
Syncrolift je sloupový zvedák s vodorovnou osou vhodný pro montáž, manipulaci a svařování dlouhých a rozměrných svařenců. Největšími výhodami jsou ergonomie a bezpečnost během svařovacích a montážních aplikací, ale také kompaktnost a přesnost obou sloupů díky jejich hydraulickým zvedákům. Syncrolift se rovněž vyznačuje dvěma hlavními osami zvedání / klesání a elektrickou rotací o 360° doleva / doprava [9].

Speciální konfigurace Syncroliftu umožnuje pracovat s velkými součástmi (do průměru 5 m) a s proměnnou délkou od 1 m do 20 m. V závislosti na hmotnosti a rozměrech součásti jsou k dispozici polohovadla s nosností od 2000 kg do 25 000 kg [9].

Syncrolift je vybaven motorizovaným sloupem připevněným k podlaze a druhým pohyblivým sloupem. Ten se může pohybovat a tím pádem i přizpůsobit délce součásti [9].

Tabulka 3.1 – Technické parametry polohovadla [9]

Typ stroje	SLC 250
Nosnost	25 000 kg
Točivý moment C1	2500 N · m
Otáčky N1	0.9 min^{-1}
Rychlost zdvihu V	47 $cm \cdot min^{-1}$
Ø Stolu D	1300 mm
Min výška A	700 mm
Zdvih B	1150 mm
Max výška C	1850 mm
Výkon motoru P1	3 kW
Výkon motoru P2	4 kW
Výška sloupu	3100 mm
Hmotnost sloupu	1200 kg



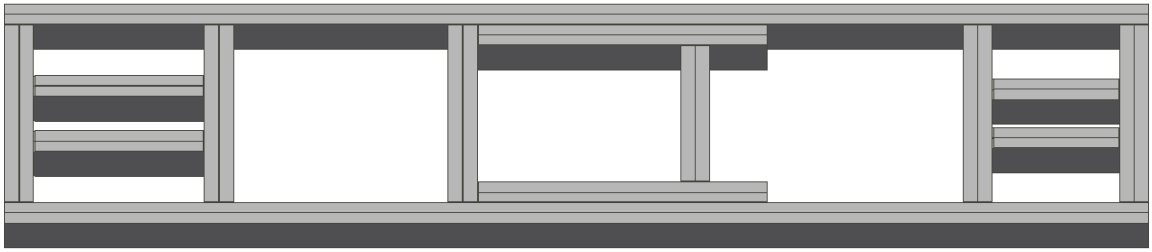
Obrázek 3.1 – Polohovadlo Sideros [9]

3.2 Konstrukce svařovacího přípravku

Při navrhování svařovacího přípravku musí být zohledněna jeho jednoduchost a univerzálnost kvůli většímu počtu upínaných součástí, které jsou rozdílné. Tyto součásti se liší svými rozměry, přesto je zde určitá podobnost. Z tohoto důvodu bude přípravek řešen pomocí svařované konstrukce, ke které budou součásti upínány. K zajištění polohy při ustavení budou sloužit dorazy ve dvou osách. K upínání se využijí upínky, které součást připevní k rámu přípravku. V závislosti na upínané součásti budou upínky rozmístěny na určená místa.

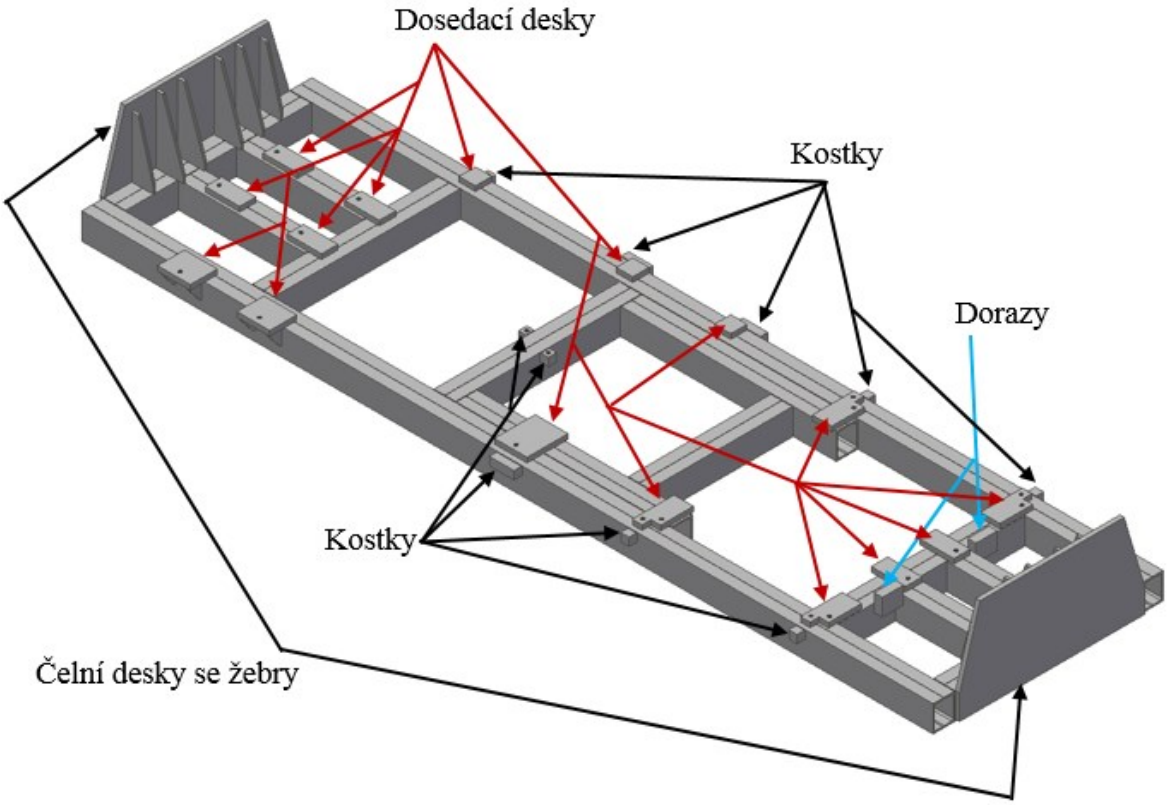
3.2.1 Rozbor jednotlivých částí přípravku

Nejdůležitější částí celého přípravku je nosný svařovaný rám (viz obr. 3.2). Ten musí zajistit dostatečnou tuhost celé konstrukce, aby nedošlo k její deformaci při upnutí výrobku, pro který je přípravek určen. Proto je rám svařený z *U* profilů, které zaručí požadované vlastnosti. Při navrhování musí být výztuhy rozvrženy tak, aby následně nepřekážely svářeči při svařování výrobku upnutého v přípravku.



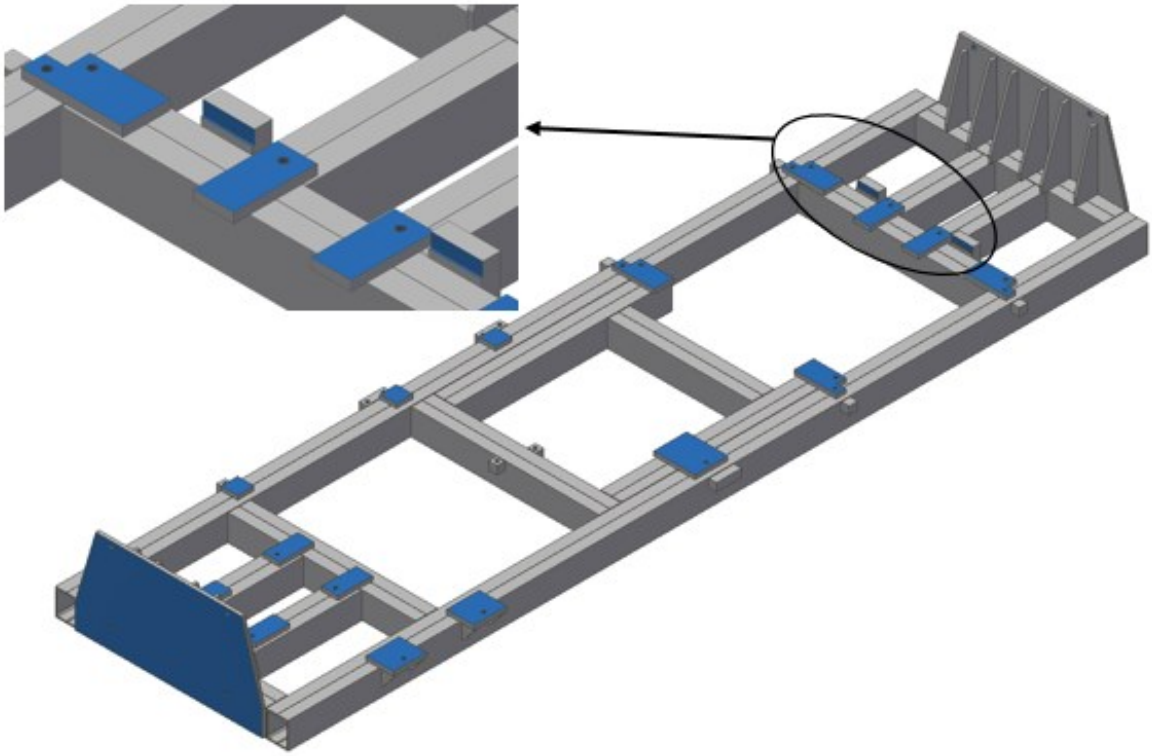
Obrázek 3.2 – Svařovaný rám přípravku

K tomuto nosnému rámu přípravku jsou dále přivařeny další části přípravku (viz obr. 3.3) jako například dosedací desky. Ty budou sloužit jako dosedací plocha pro výrobek za účelem zajištění jeho ustavení v rovině. Také bude možné do těchto desek zašroubovat šroub upínky. Dále jsou k čelním stranám rámu přivařeny čelní desky s žebry, k nimž bude přišroubován spojovací element umístěný mezi polohovadlem a přípravkem. Z tohoto důvodu musí být vnější žebra na čelních deskách menší než ostatní. To zaručí přístup k otvorům pro šroub s maticí sloužící k upnutí přípravku k polohovadlu. Na závěr se k rámu přivaří dorazy a také kostky sloužící jako podpěry pod šrouby upínek.



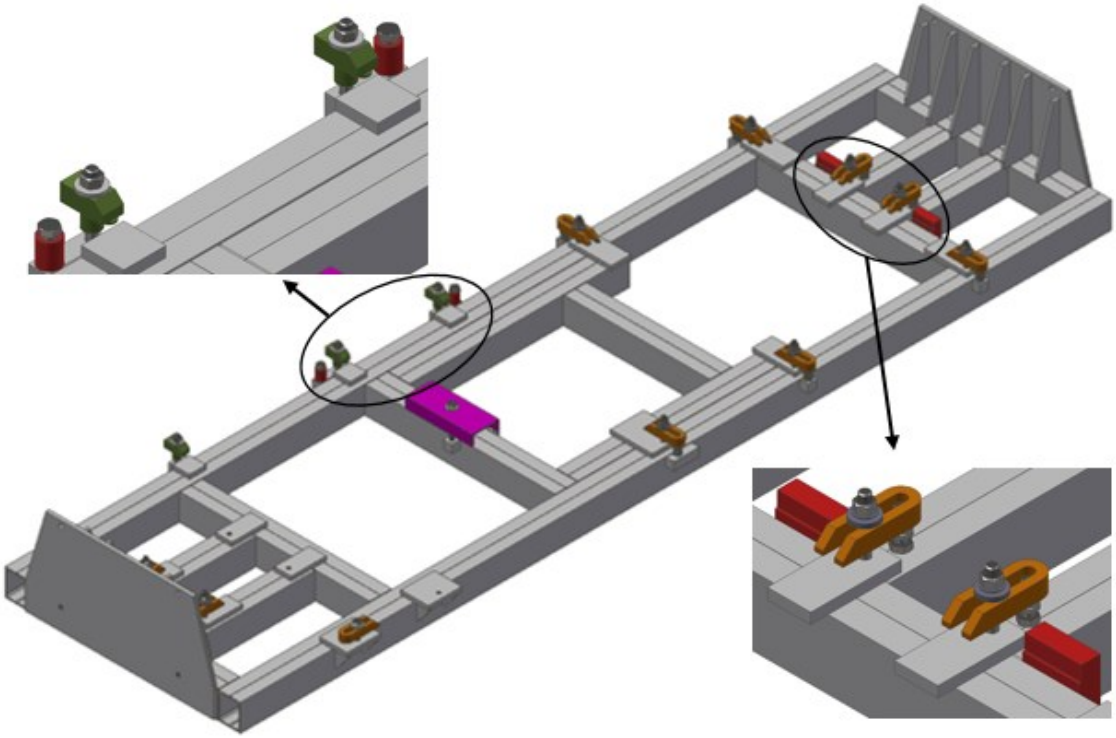
Obrázek 3.3 – Svařovaná konstrukce přípravku

Takto svařenou konstrukci je pak nutné obrobit (viz obr. 3.4), abychom zajistili požadovanou přesnost přípravku, především rovinnost dosedacích ploch (tolerance dle výkresu). Rovněž budou na požadované rozměry obrobeny dorazy, aby bylo zajištěno vždy stejné ustavení součásti. Dále je důležité opracování čelních desek, které slouží k upnutí přípravku k polohovadlu. Proto je nutná rovnoběžnost a rovinnost těchto desek. Obrobené plochy jsou znázorněny na obr. 3.4 (označené modře).



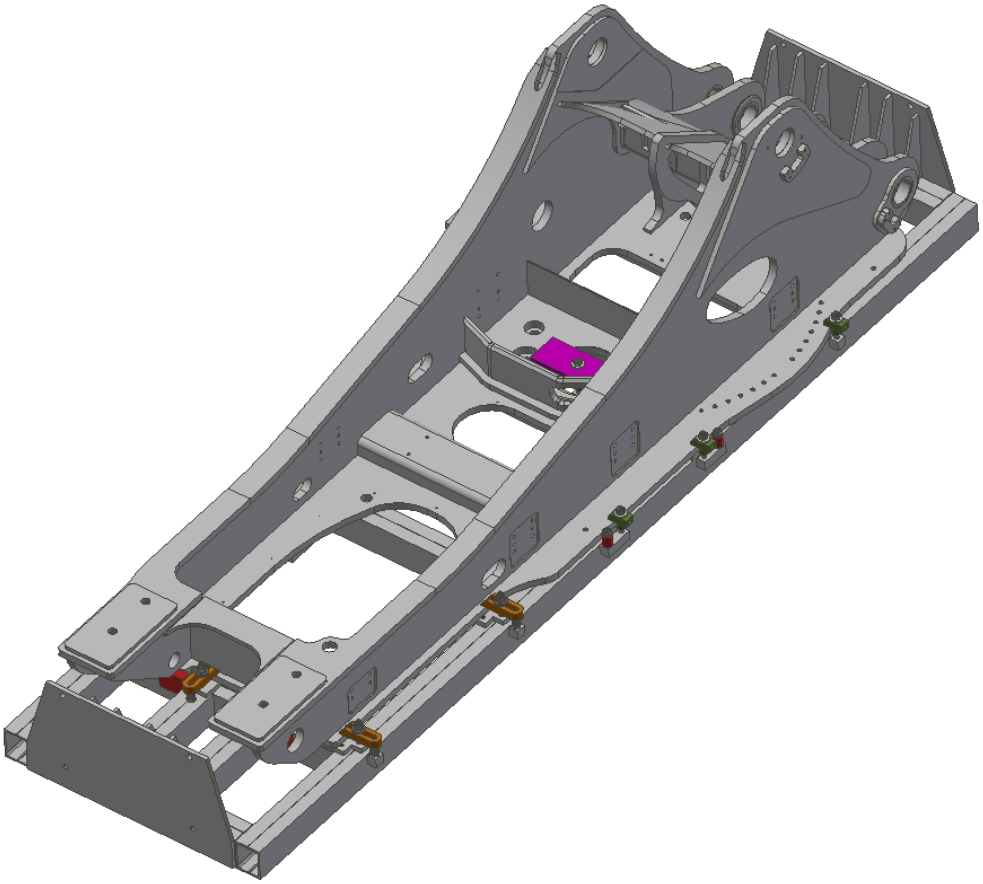
Obrázek 3.4 – Obrobený přípravek

Po obrobení se přípravek dokončuje namontováním upínacích prvků a šroubovacích dorazů (viz obr. 3.5). Dle výkresu jsou na přípravek rozmístěny nakoupené upínky (na obr. 3.5 označené oranžově). Dále se ustaví tři speciálně vyrobené upínky (na obr. 3.5 označené zeleně). Tyto upínky budou použity pro upínání v místech bočních dorazů, kde je základní deska svařovaného rámu zároveň s hranou přípravku. Z toho důvodu nemohou být použity velké nakupované upínky, protože není prostor pro jejich upnutí do rámu jako v jiných částech přípravku. Poslední upínka je středová upínka (na obr. 3.5 označena fialově). Na závěr jsou doplněny dva šroubovací dorazy (na obr. 3.5 označené tmavou červenou), které s přivařenými a obrobenými dorazy (na obr. 3.5 označené světlou červenou) určují polohu pro ustavení výrobku.

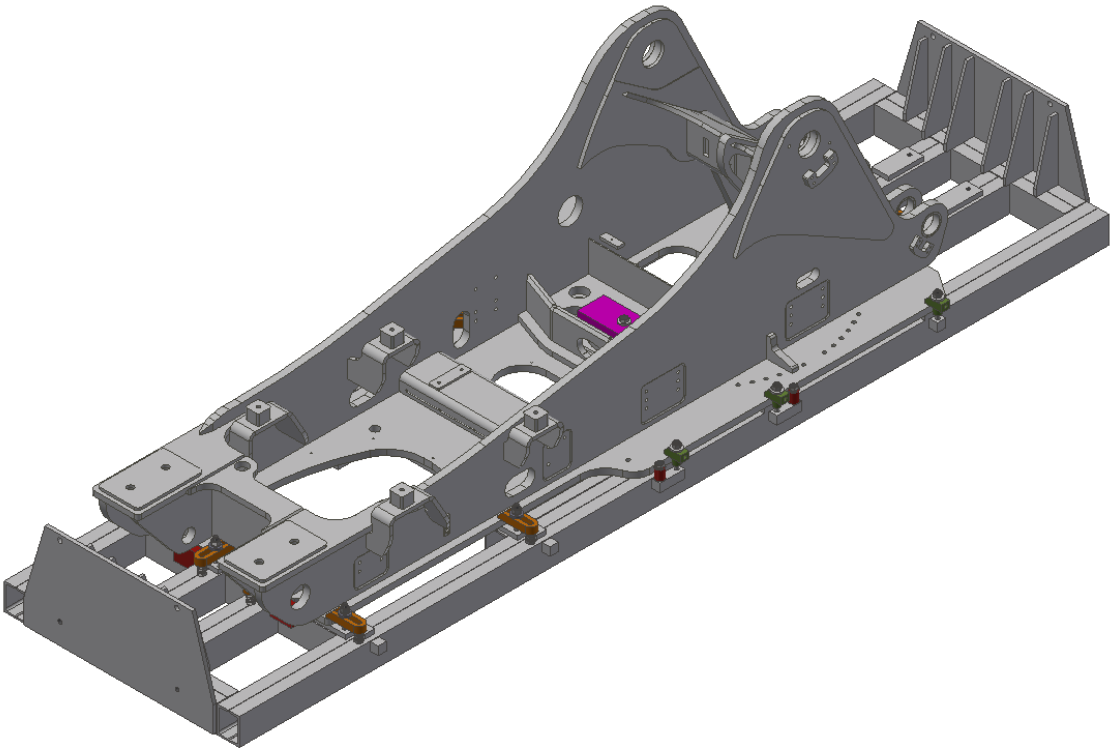


Obrázek 3.5 – Přípravek s upínacími elementy a dorazy

Takto dokončený přípravek je uvolněn pro výrobu a může se začít používat. Přípravek bude sloužit pro upínání svařenců horního rámu. Jedná se o dva podobné rámy, které se liší pouze svými rozměry. První rám upínaný v přípravku (viz obr. 3.6) je delší a širší. Druhý upínaný rám (viz obr. 3.7) je naopak menší. Z tohoto důvodu se musí přemístit i upínací elementy do předem připravených míst. Oba rámy jsou v přípravku ustavované do stejného místa vymezeného dorazy.



Obrázek 3.6 – Přípravek se svařencem horního rámu (velkého)

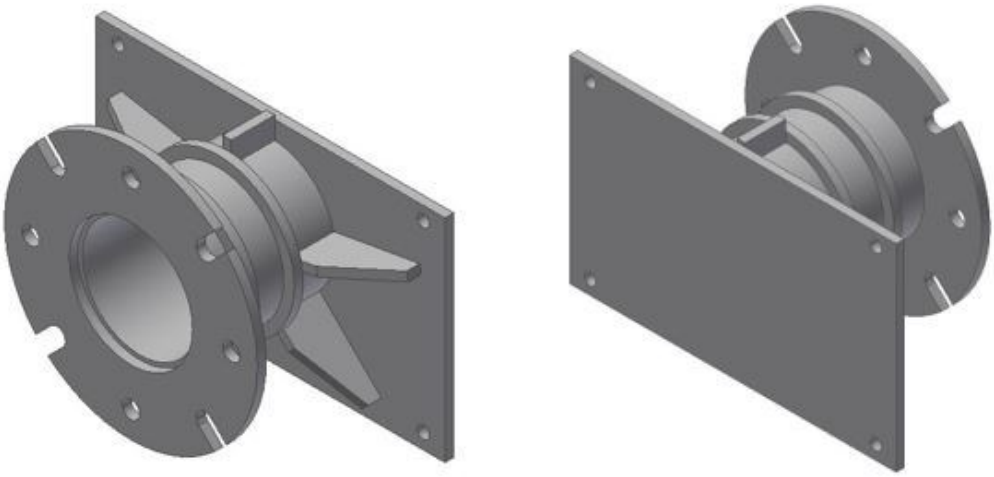


Obrázek 3.7 – Přípravek se svařencem horního rámu (malého)

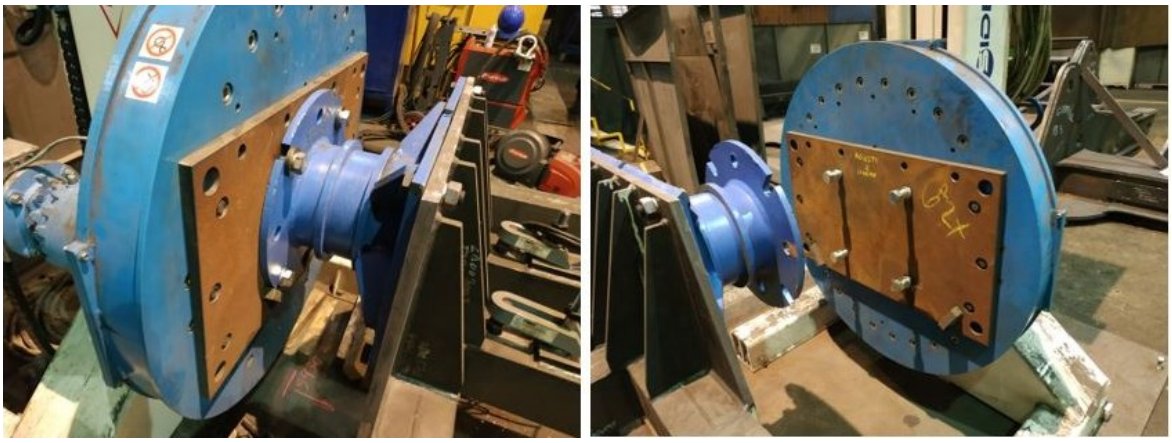
Obrázek 3.8 – Vyrobený přípravek s detaily upínek a dorazů

3.2.2 Připojení přípravku k polohovadlu

Připojení přípravku k polohovadlu Sideros je realizováno pomocí spojovacího elementu (viz obr. 3.9). Tento spojovací element je přišroubován do čelní desky přípravku a druhou kruhovou částí do polohovadla. Do kruhového stolu polohovadla je šrouby připevněna deska, do které se pomocí šroubů upevní spojovací element (viz obr. 3.10). Přípravek se svařovaným rámem v polohovadle může vykonávat pohyb v oblasti -90° až 90°.



Obrázek 3.9 – Spojovací element

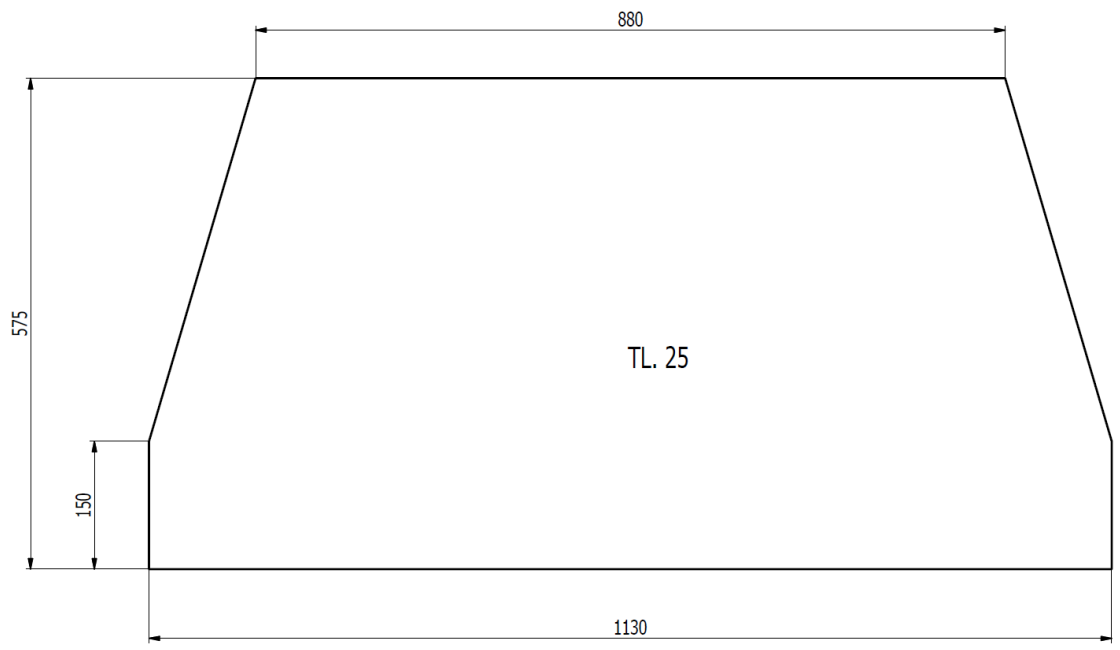


Obrázek 3.10 – Připojení spojovacího elementu k polohovadlu

Obrázek 3.11 – Svařenec v přípravku a polohovadlu

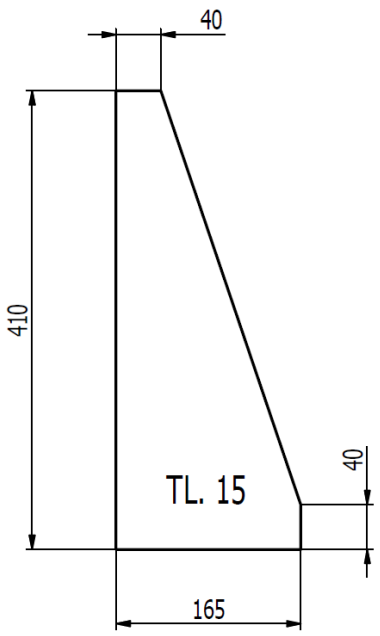
4 Technologický postup výroby přípravku

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22959	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
ČELNÍ DESKA		Polotovar: plech TL. 25	2



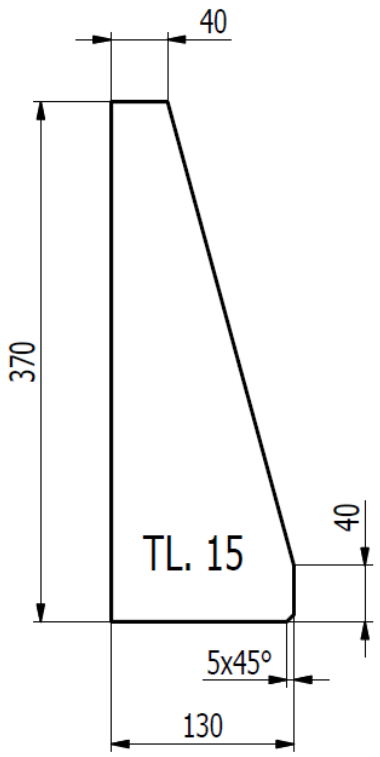
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
015	2940	Rovnací válce UBR32/3150		Rovnání
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22958	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
ŽEBRO-2		Polotovar: plech TL. 15	8



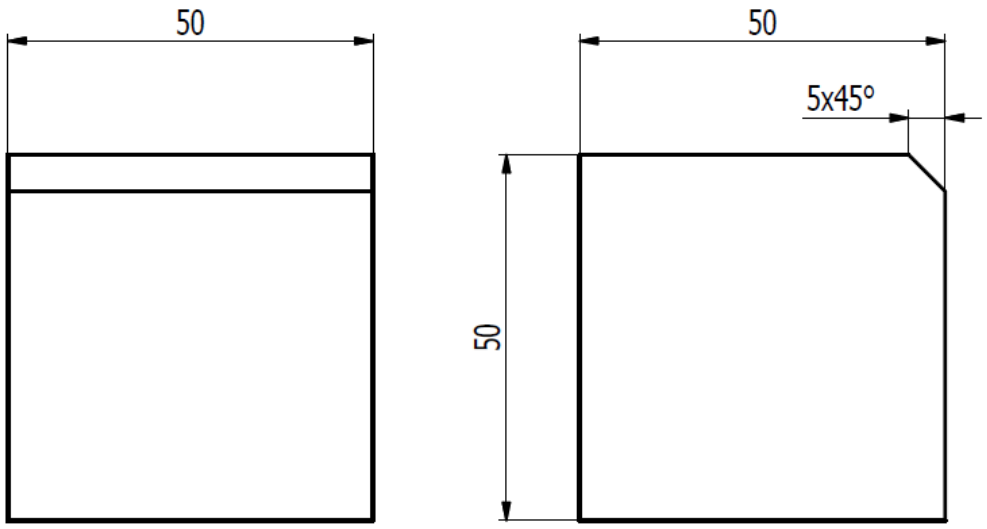
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22957	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
ŽEBRO-1		Polotovar: plech TL. 15	4



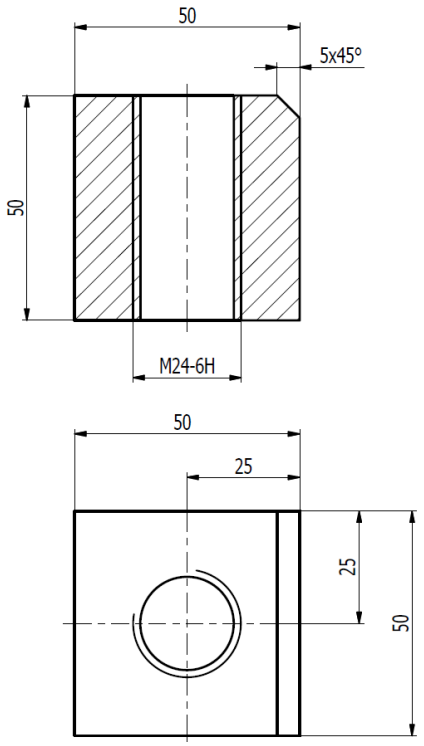
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22956	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2	Počet kusů:
KOSTKA		Polotovar: 4HR 50x50	4



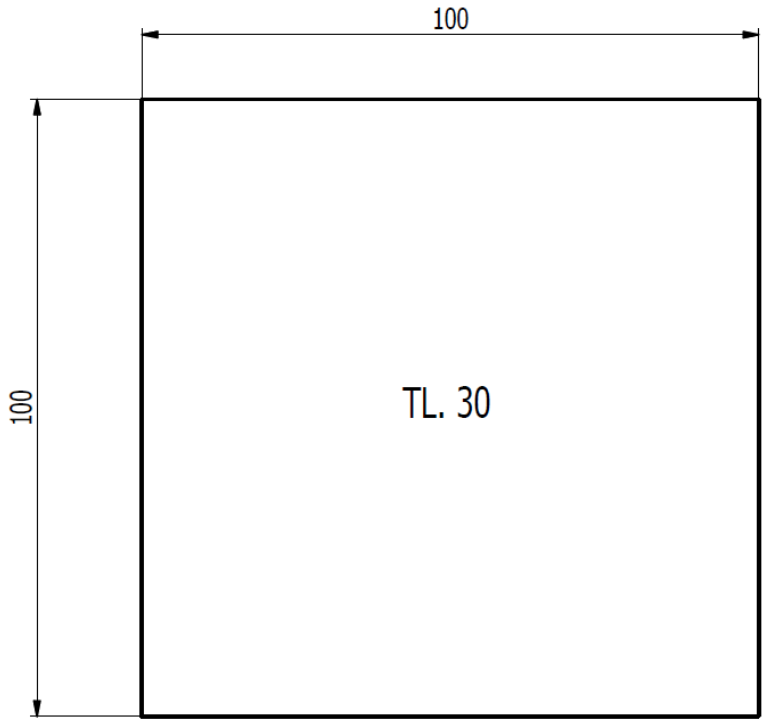
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=50 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2930	Tryskač kabinový		Tryskání
020	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 5x45°
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22955	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2	Počet kusů:
KOSTKA M24		Polotovar: 4HR 50x50	3



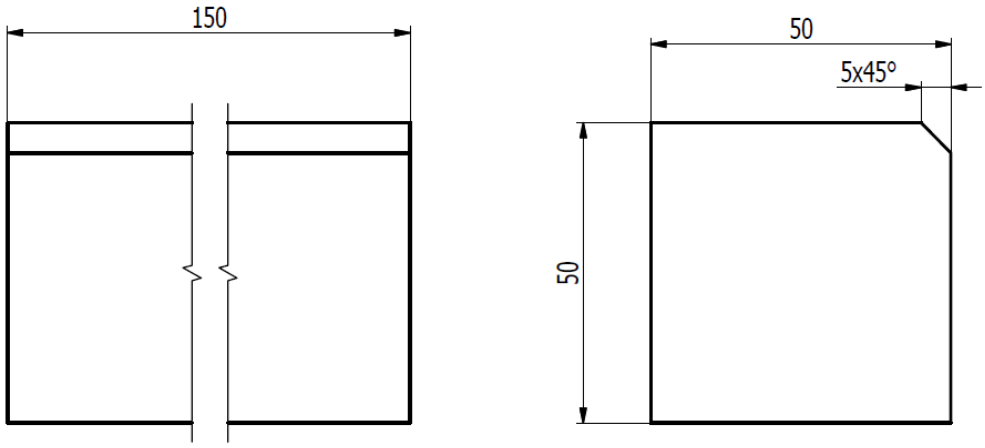
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=50 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2930	Tryskač kabinový		Tryskání
020	2940		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování pro vrtání
025	2940	Vrtačka radiální VR6A	Vrták Ø21 ČSN 22 1121, závitník M24 DIN 371	Vrtat a řezat 1x M24-6H, ostří srazit
020	2940	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 5x45°
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22954	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
DESKA-5		Polotovar: plech TL. 30	3



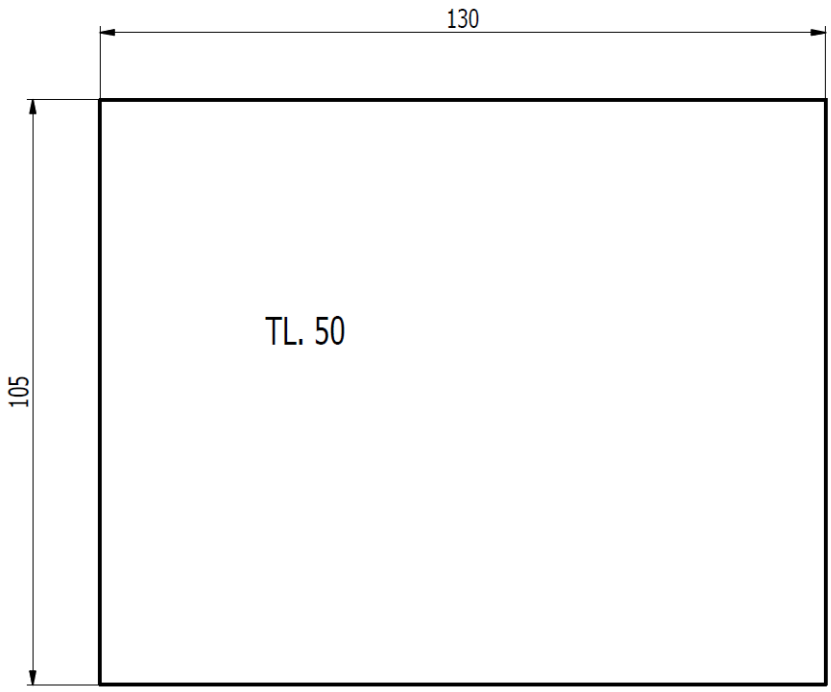
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22953	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2	Počet kusů:
HRANOL		Polotovar: 4HR 50x50	3



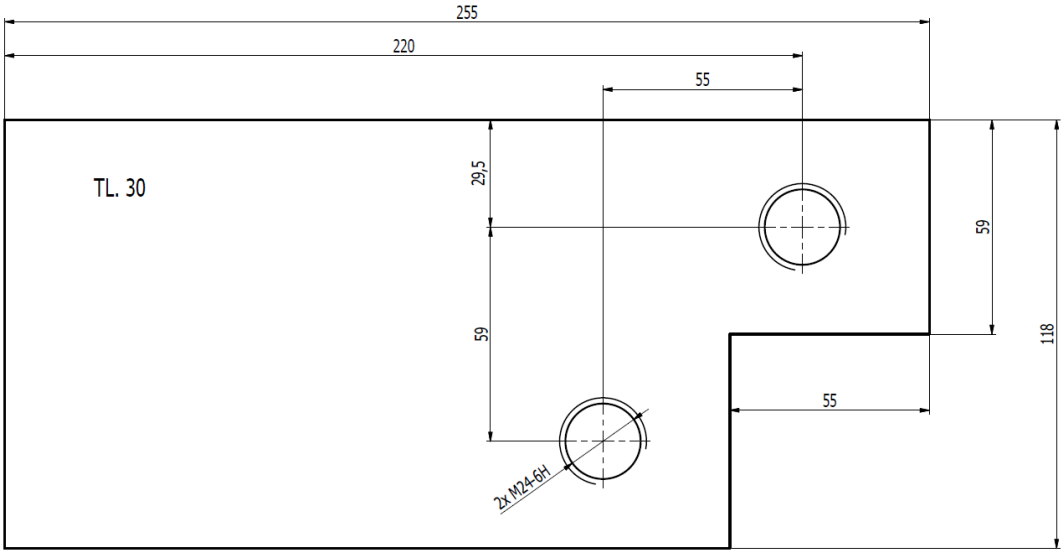
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=150 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač kabinový		Tryskání
020	2940	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 5x45°
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22952	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
DORAZ		Polotovar: plech TL. 50	2



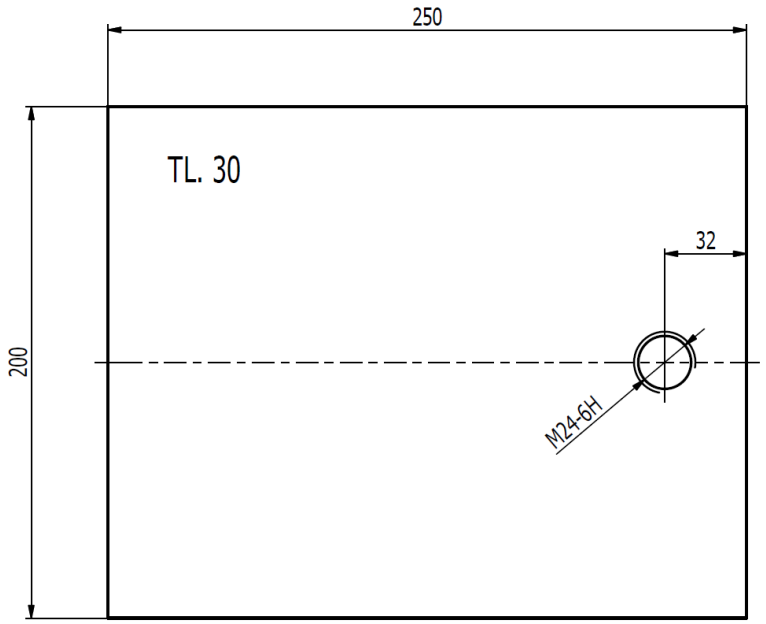
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plamen Omnicut 4000	Svinovací metr	Řezání plamenem
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22951	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
DESKA-4		Polotovar: plech TL. 30	4



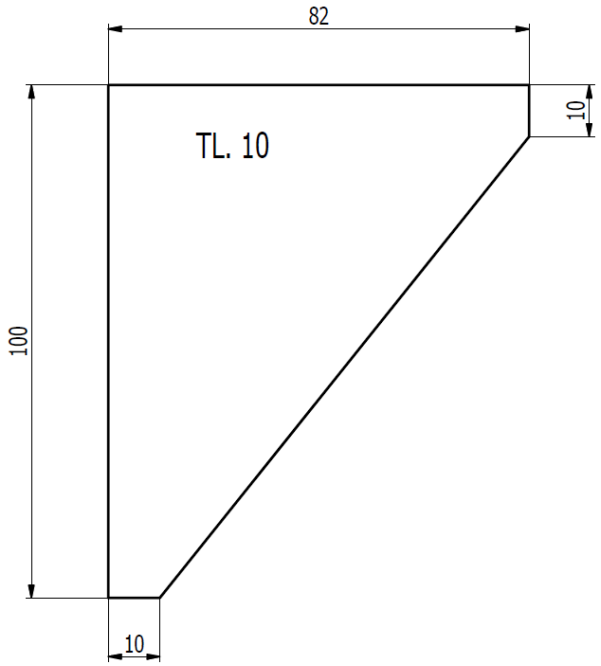
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
020	2940		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování pro vrtání
025	2940	Vrtačka radiální VR6A	Vrták Ø21 ČSN 22 1121, závitník M24 DIN 371	Vrtat a řezat 2x M24-6H, ostří srazit
035	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22950	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
DESKA-3		Polotovar: plech TL. 30	1



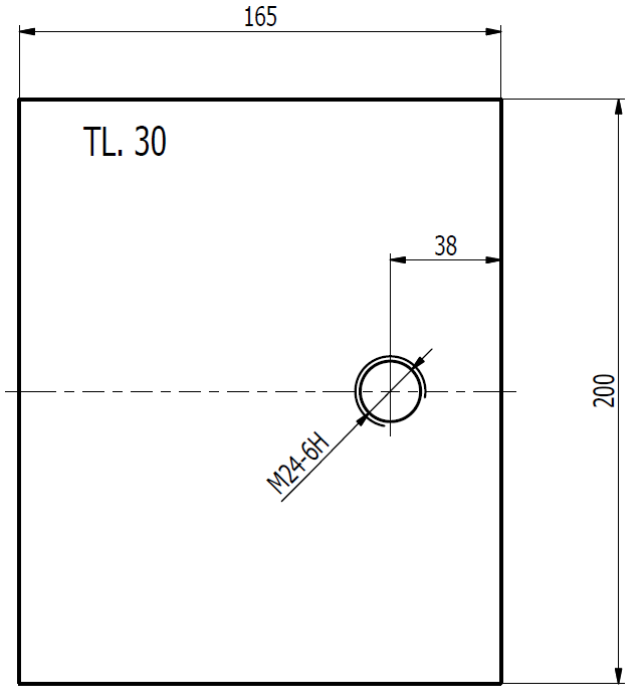
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
020	2940		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování pro vrtání
025	2940	Vrtačka radiální VR6A	Vrták Ø21 ČSN 22 1121, závitník M24 DIN 371	Vrtat a řezat 1x M24-6H, ostří srazit
035	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22949	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
ŽEBRO		Polotovar: plech TL. 10	4



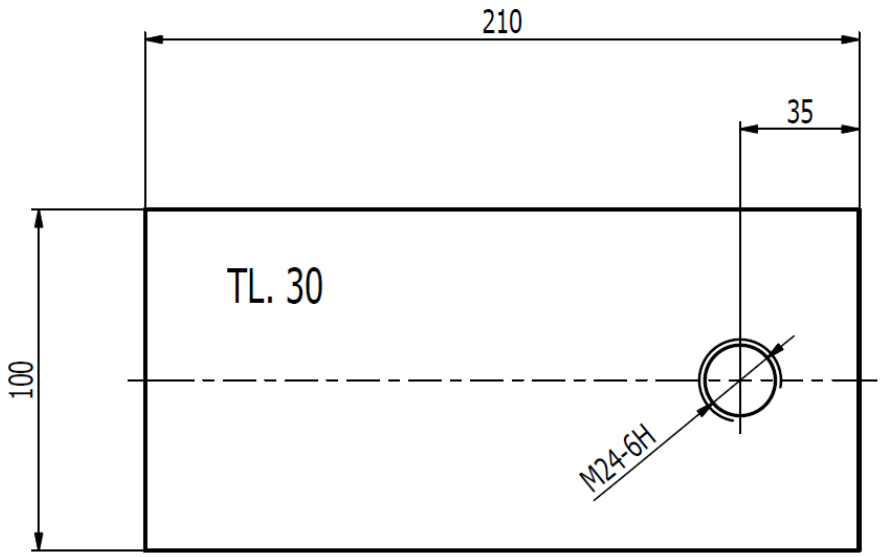
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22948	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
DESKA-2		Polotovar: plech TL. 30	2



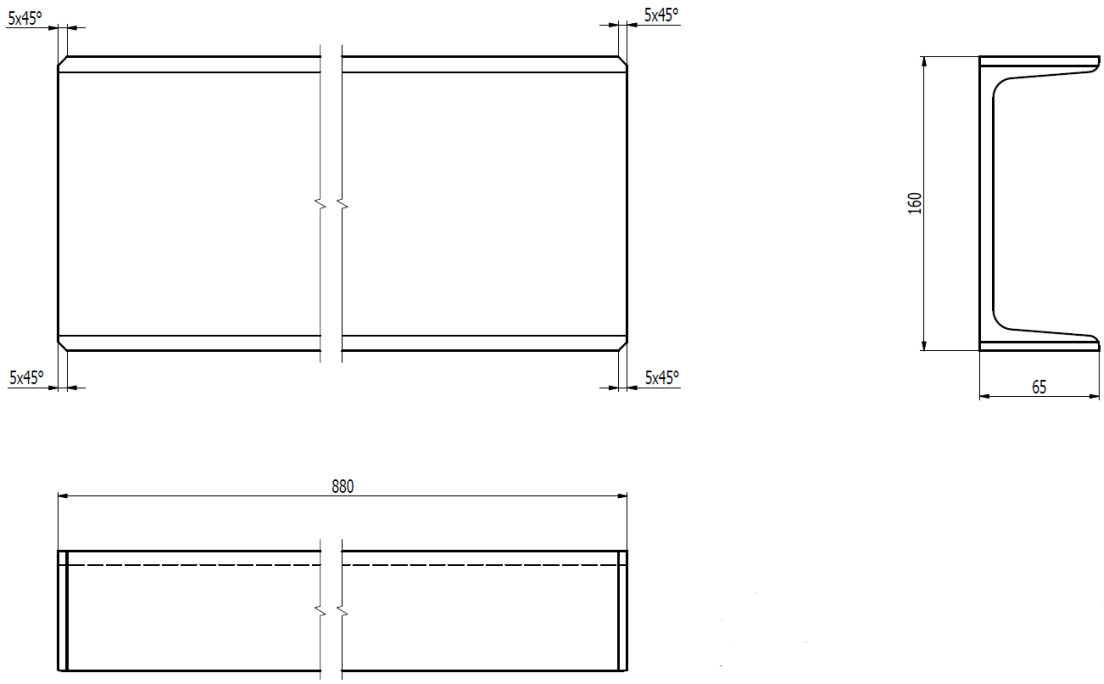
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
020	2940		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování pro vrtání
025	2940	Vrtačka radiální VR6A	Vrták Ø21 ČSN 22 1121, závitník M24 DIN 371	Vrtat a řezat 1x M24-6H, ostří srazit
035	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22947	P-INT-22932
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
DESKA-1		Polotovar: plech TL. 30	6



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
020	2940		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování pro vrtání
025	2940	Vrtačka radiální VR6A	Vrták Ø21 ČSN 22 1121, závitník M24 DIN 371	Vrtat a řezat 1x M24-6H, ostří srazit
035	3910			Mezisklad

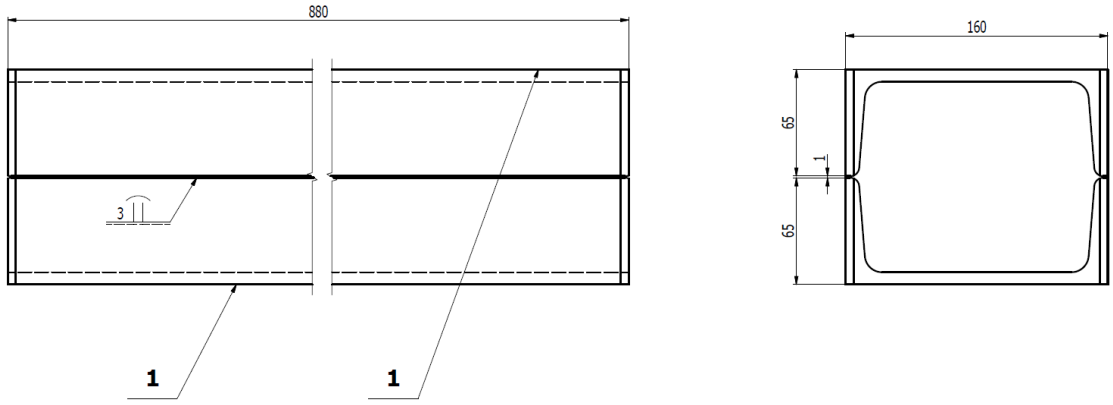
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22946	P-INT-22945
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-880		Polotovar: Tyč U 160	2



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=879 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 4x úkos 5x45°
025	3910			Mezisklad

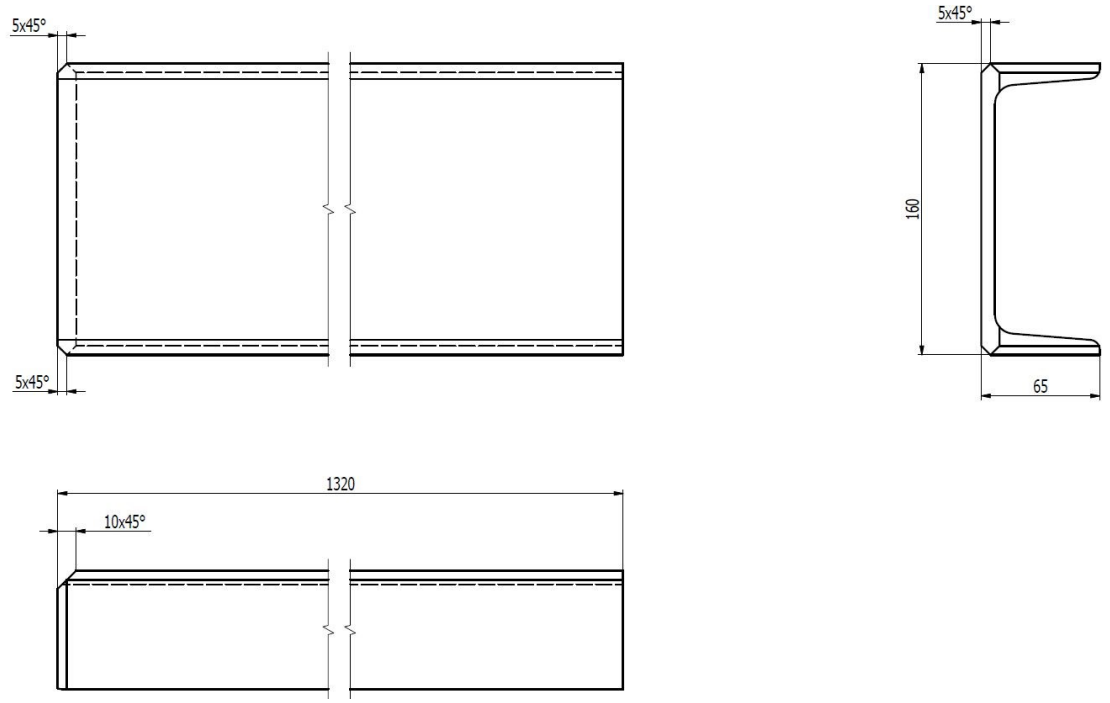
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22945	P-INT-22932	
Název součásti:		PŘÍČKA-3	Počet kusů:	1

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22946	PROFIL U160-880	2



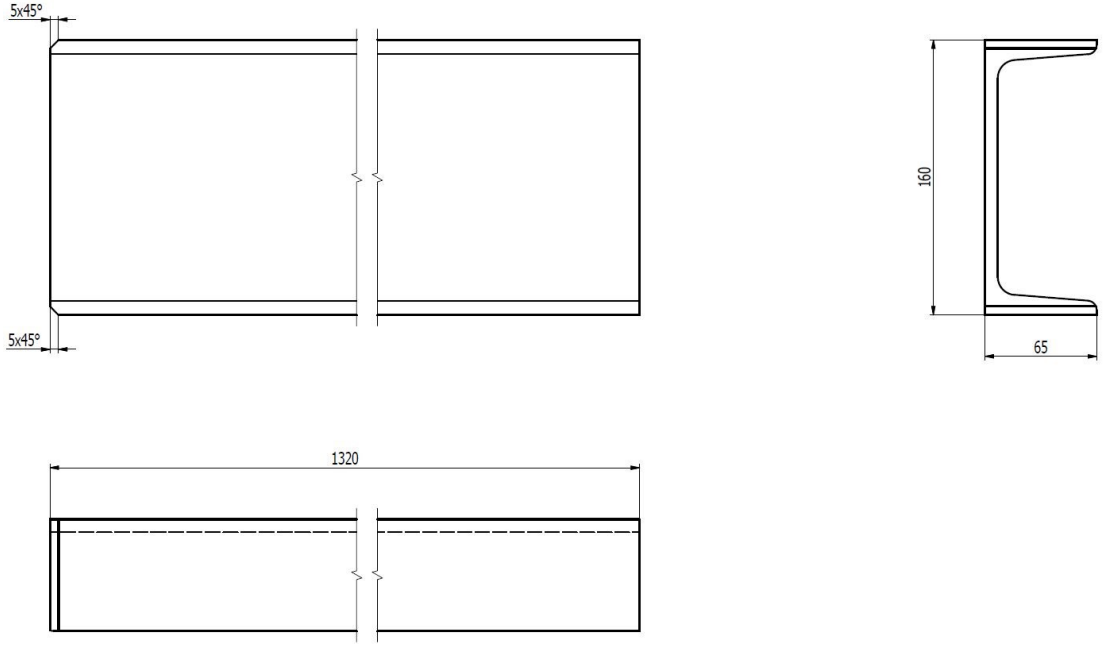
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit nosník z 2x ozn. 1, dodržet mezeru 1 mm
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	2330	Plamen	Pravítko	Vyrovnat
020	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22944	P-INT-22942
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-1320		Polotovar: Tyč U 160	2



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=1320 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	2920	Plamen		Ruční pálení úkosu - upálit 1x úkos 10x45° dle výkresu
025	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 4x úkos 5x45° + zabrousit 1x ručně pálený úkos 10x45°
30	3910			Mezisklad

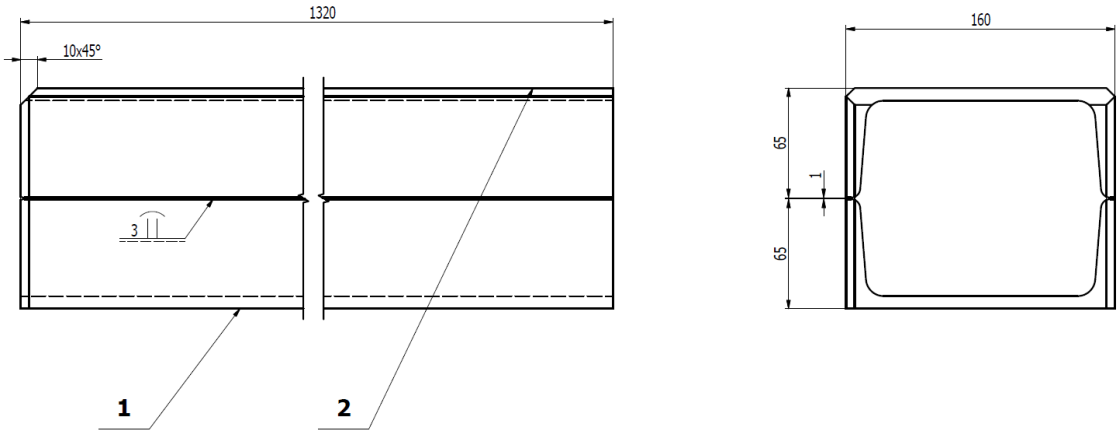
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22943	P-INT-22942
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-1320		Polotovar: Tyč U 160	2



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=1320 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 2x úkos 5x45°
025	3910			Mezisklad

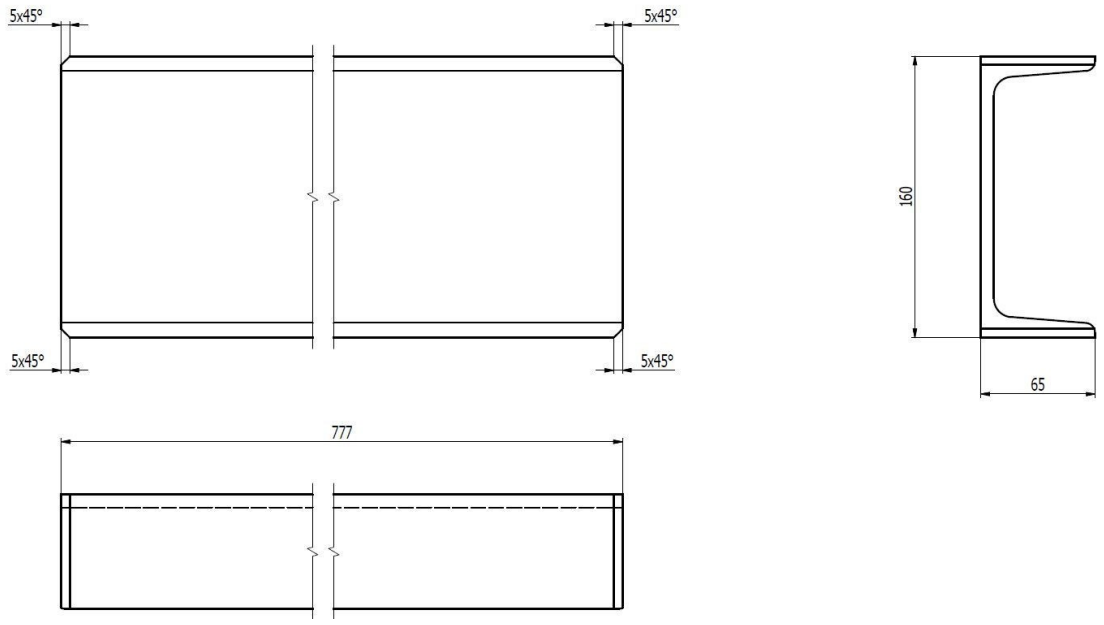
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	30. 1. 2020	P-INT-22942	P-INT-22932	
Název součásti:		NOSNÍK-1320	Počet kusů:	2

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22943	PROFIL U160-1320	2
2	P-INT-22944	PROFIL U160-1320	2



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit ozn.1 + ozn.2, dodržet mezeru 1 mm
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	2330	Plamen	Pravítko	Vyrovnat
020	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
025	3910			Mezisklad

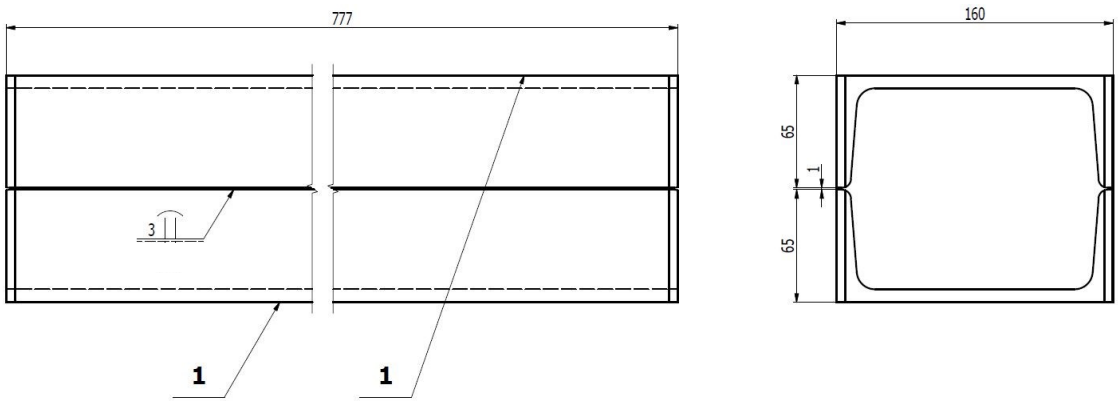
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22941	P-INT-22940
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-777		Polotovar: Tyč U 160	4



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=776 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 4x úkos 5x45°
025	3910			Mezisklad

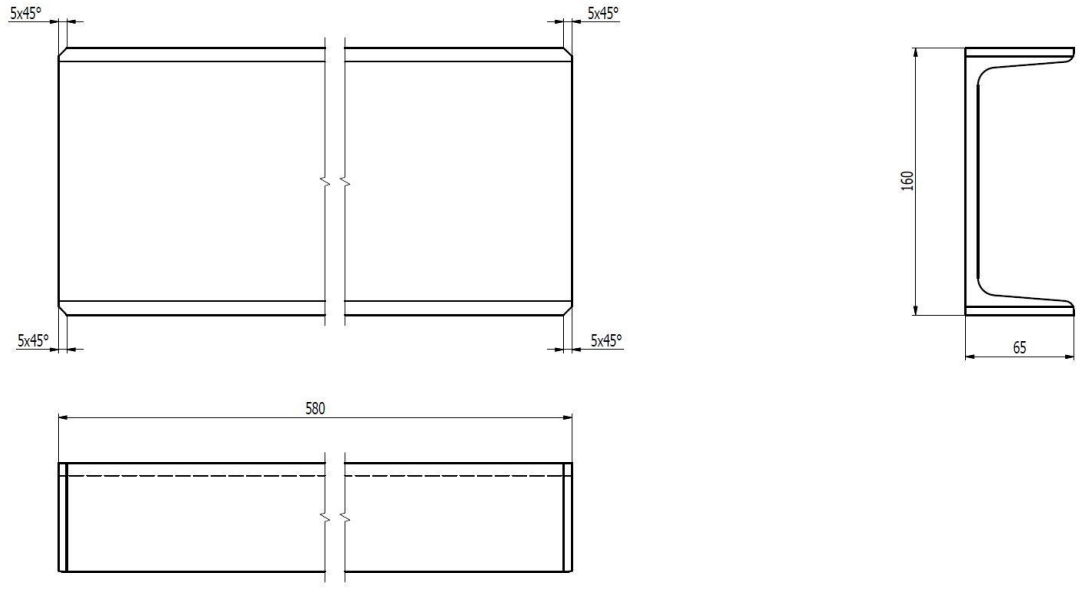
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22940	P-INT-22932	
Název součásti:		VÝZTUHA-777	Počet kusů:	2

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22941	PROFIL U160-777	4



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit nosník z 2x ozn. 1, dodržet mezeru 1 mm
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	2330	Plamen	Pravítko	Vyrovnat
020	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
025	3910			Mezisklad

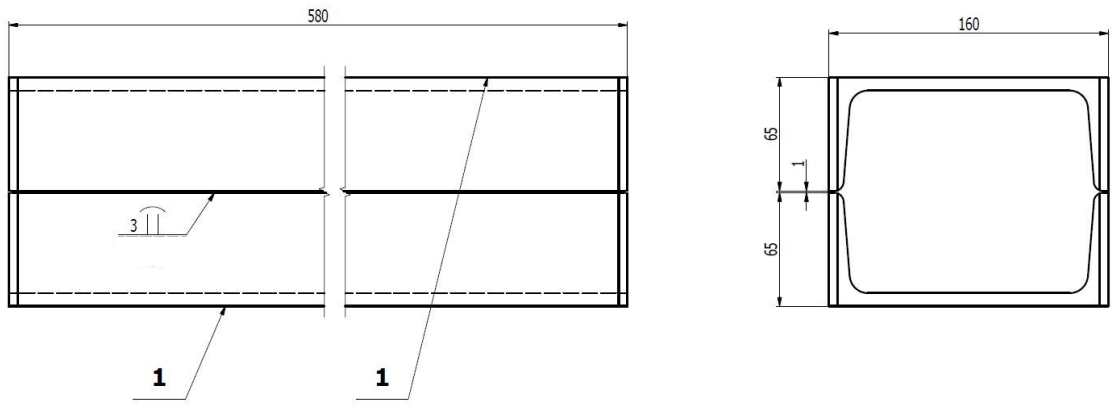
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22939	P-INT-22938
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-580		Polotovar: Tyč U 160	4



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=579 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 4x úkos 5x45°
025	3910			Mezisklad

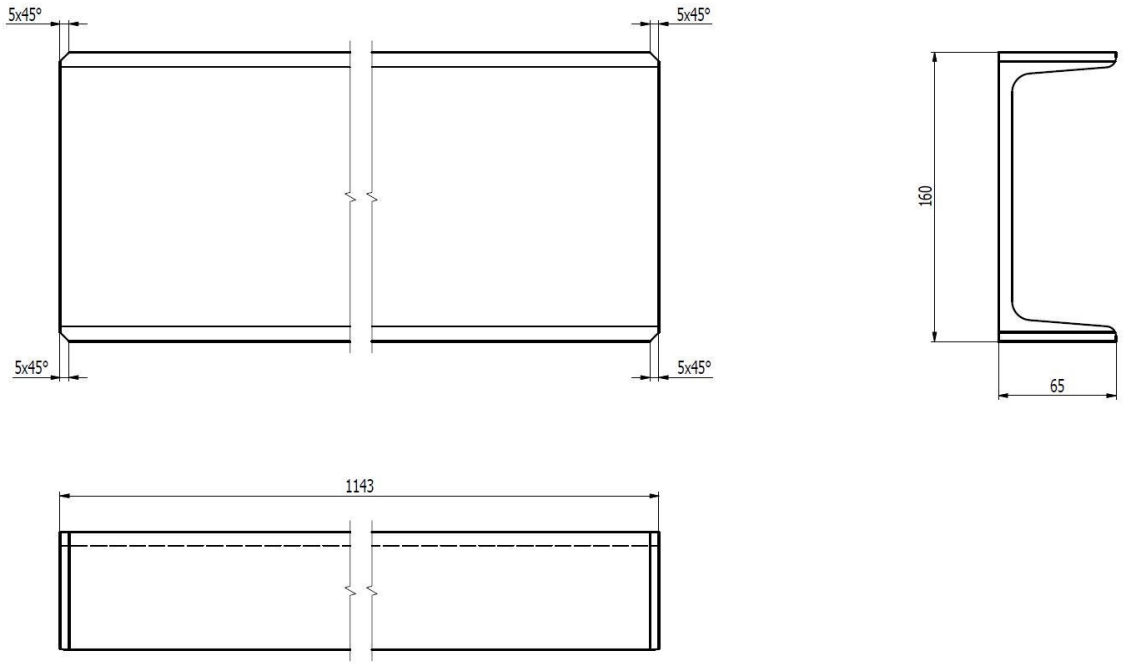
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22938	P-INT-22932	
Název součásti:		VÝZTUHA-580	Počet kusů:	2

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22939	PROFIL U160-580	4



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit nosník z 2x ozn. 1, dodržet mezeru 1 mm
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
020	3910			Mezisklad

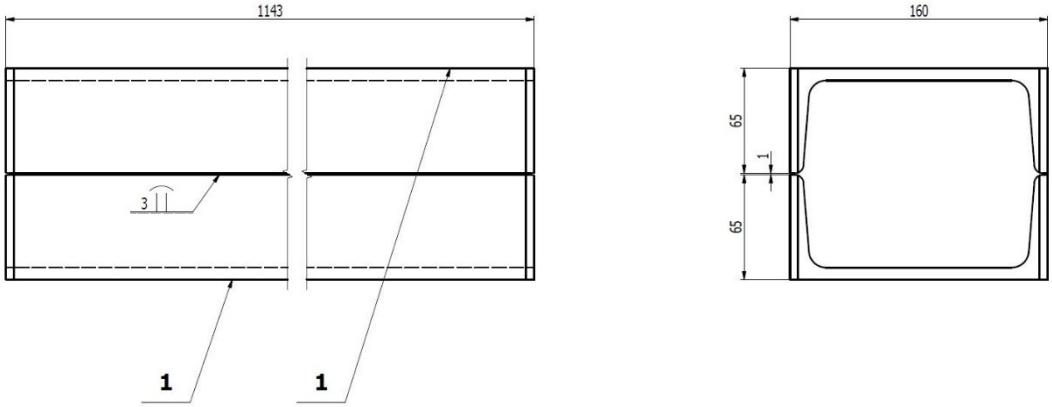
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22937	P-INT-22936
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-1143		Polotovar: Tyč U 160	8



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=1142 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 4x úkos 5x45°
025	3910			Mezisklad

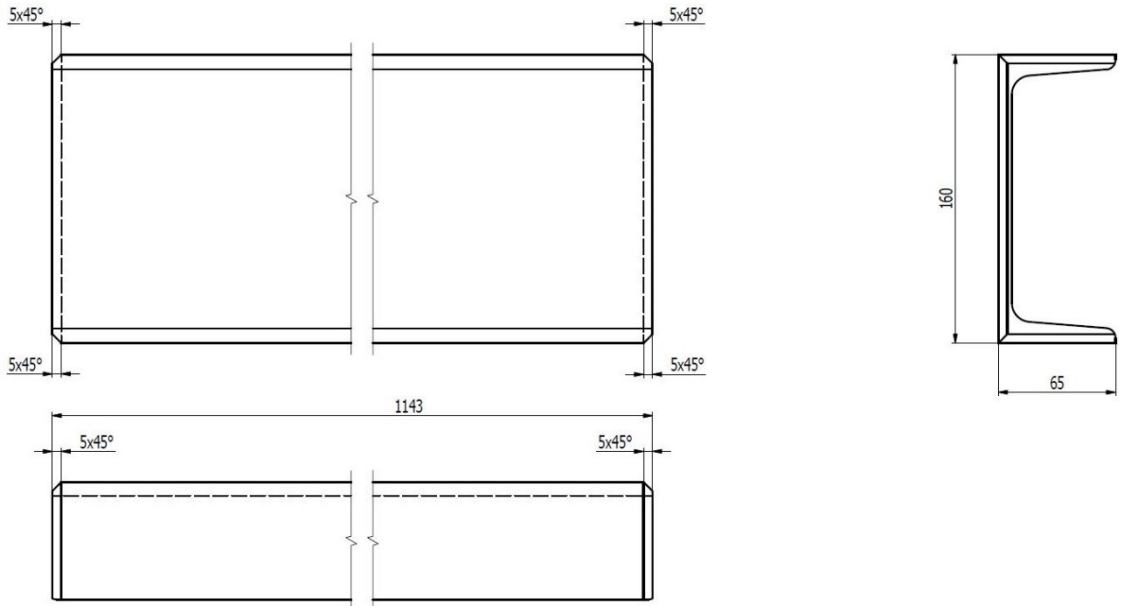
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22936	P-INT-22932	
Název součásti:		PŘÍČKA-2	Počet kusů:	3

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22937	PROFIL U160-1143	6



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit nosník z 2x ozn. 1, dodržet mezeru 1 mm
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	2330	Plamen	Pravítko	Vyrovnat
020	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
025	3910			Mezisklad

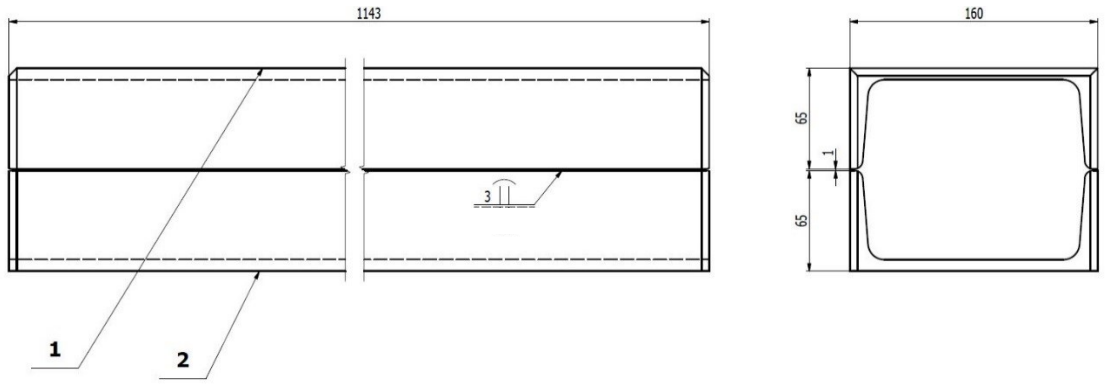
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22935	P-INT-22934
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-1143		Polotovar: Tyč U 160	2



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=1142 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení úkosu dle výkresu 6x úkos 5x45°
025	3910			Mezisklad

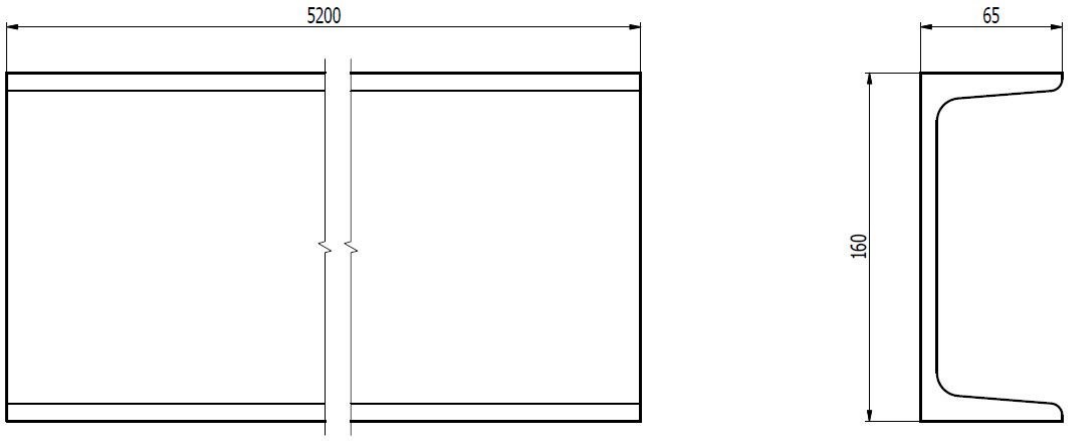
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22934	P-INT-22932	
Název součásti:		PŘÍČKA-1	Počet kusů:	2

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22935	PROFIL U160-1143	2
2	P-INT-22937	PROFIL U160-1143	2



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit ozn. 1 + ozn. 2, dodržet mezeru 1 mm
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	2330	Plamen	Pravítko	Vyrovnat
020	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
025	3910			Mezisklad

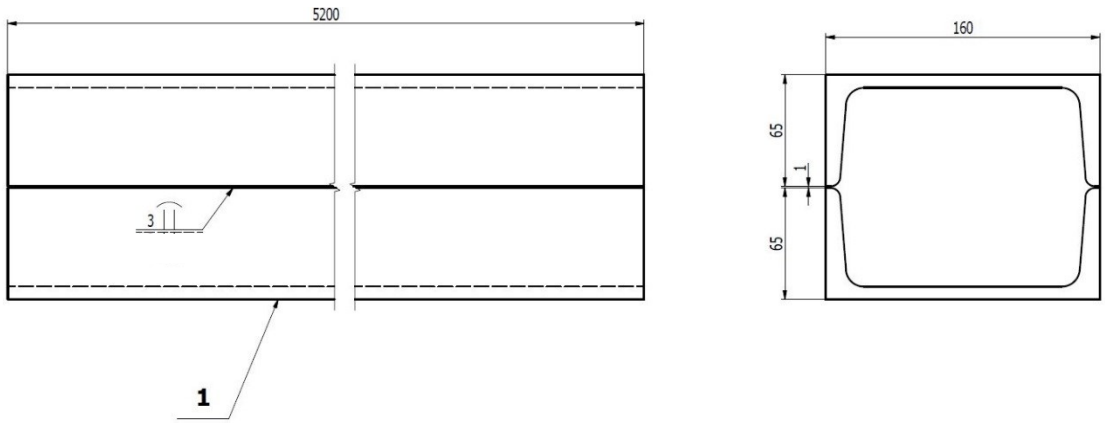
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22933/001	P-INT-22933
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-5200		Polotovar: Tyč U 160	4



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=5200 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	3910			Mezisklad

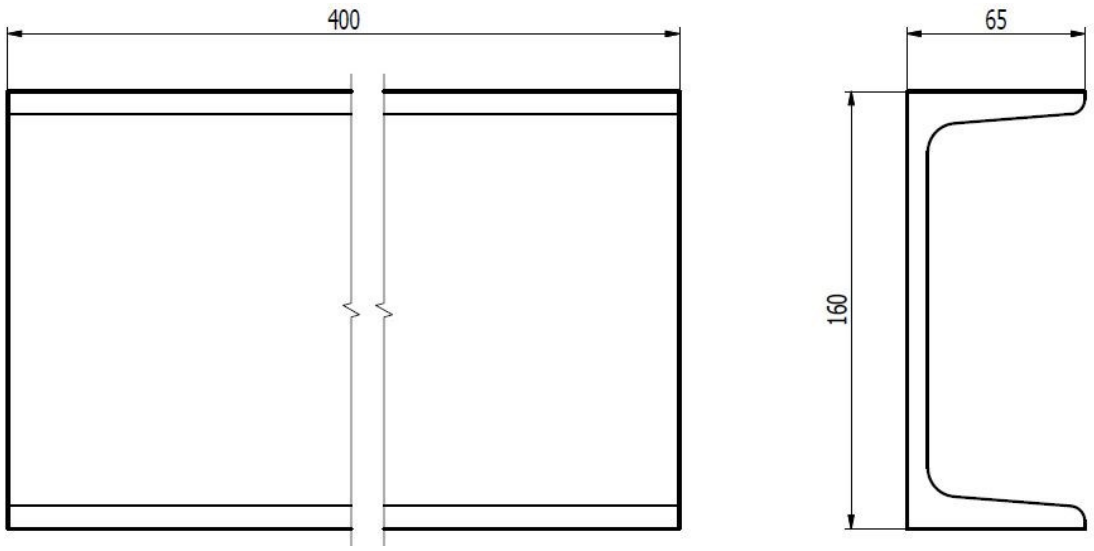
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22933	P-INT-22932	
Název součásti:		NOSNÍK	Počet kusů:	2

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22933/001	PROFIL U160-5200	4



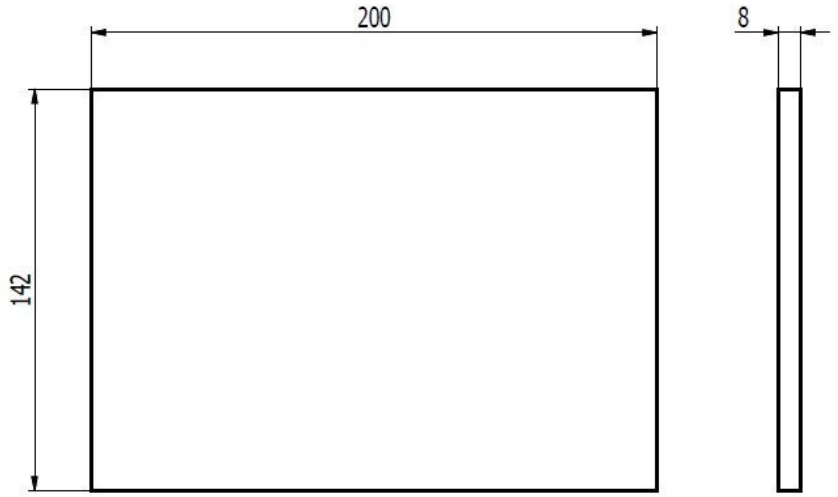
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit nosník z 2x ozn. 1, dodržet mezeru 1 mm
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	2330	Plamen	Pravítko	Vyrovnat
020	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22966/001	P-INT-22966
Název součásti:		Materiál: S235JR	Počet kusů:
PROFIL U160-400		Polotovar: Tyč U 160	1



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=400 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2940	Tryskač Lauco 150 NP		Tryskání
020	3910			Mezisklad

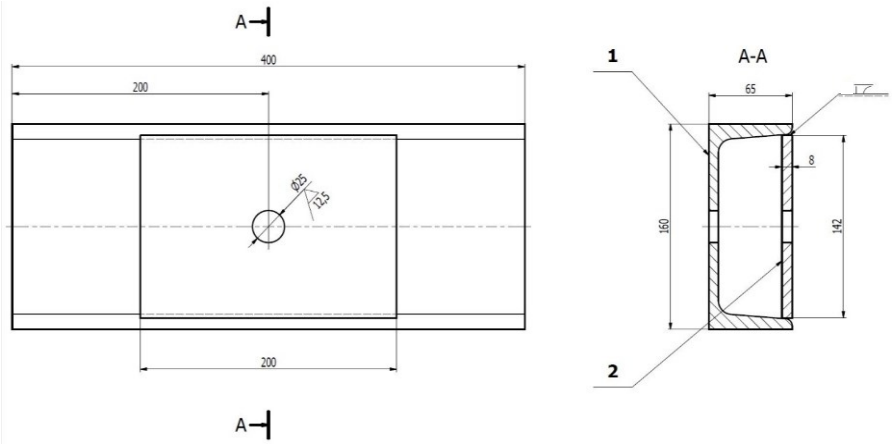
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22966/002	P-INT-22966
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
PLECH		Polotovar: plech TL. 8	1



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
025	3910			Mezisklad

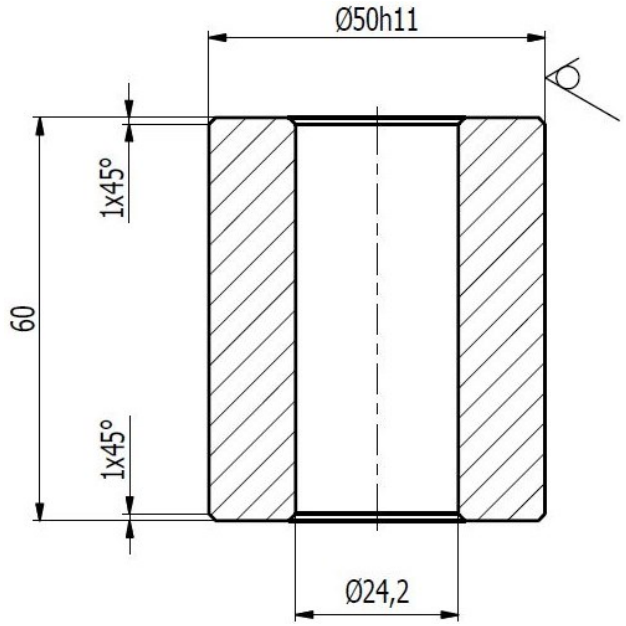
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22966	P-INT-22930	
Název součásti:		UPÍNKA STŘEDOVÁ	Počet kusů:	1

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22966/001	PROFIL U160-400	1
2	P-INT-22966/002	PLECH	1



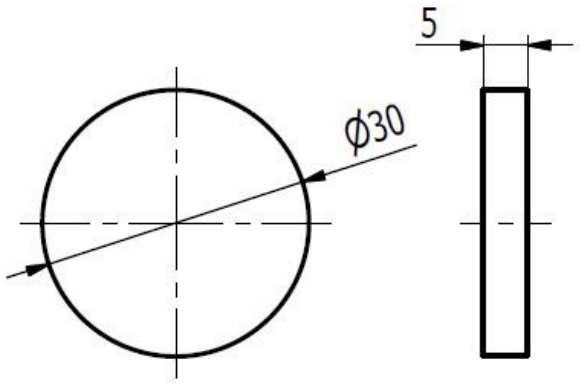
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit a sestehovat ozn. 1 + ozn. 2
010	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Svařit dle výkresu
015	2330	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Zabrousit svary do roviny
020	2392		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování pro vrtání
025	2392	Vrtačka radiální VR6A	Vrták Ø25 ČSN 22 1121	Vrtat průchozí otvor Ø25
030	2392		Ruční odjehlovací fréza	Srazit ostří po vrtání
035	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko, pravítko	Kontrola provedení
040	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22965	P-INT-22930
Název součásti:		Materiál: E335GC+C	Počet kusů:
DORAZ Ø50		Polotovar: Tyč KR 50 h11	2



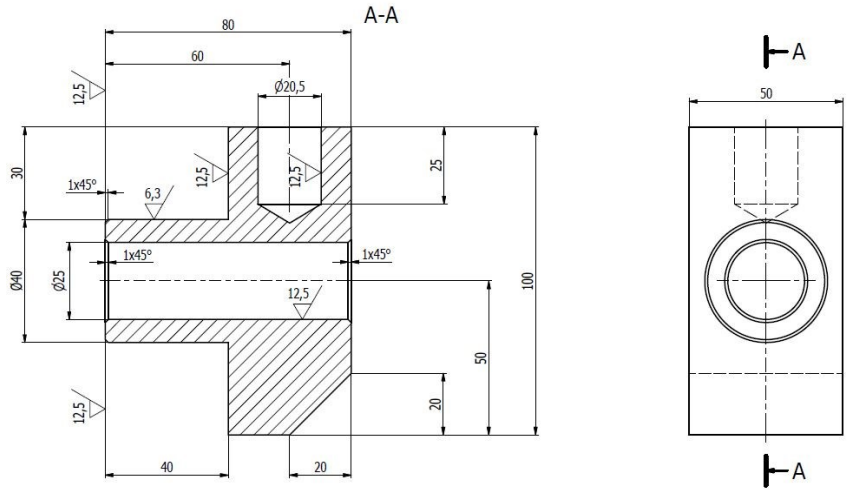
Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2930			Technická příprava výroby
005	2930	Pásová pila POLARIS	Svinovací metr, posuvné měřítko	Řezat dle výkresu L=65 mm
010	2930	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení profilů po dělení
015	2930	Tryskač kabinový		Tryskání
020	2392	Soustruh hrotový SV18RA/1000	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 45° ČSN 22 3514, vrták Ø22 ČSN 22 1121, soustružnický nůž S10K SIR 0012 M11	Oboustranně zarovnat čela na délku 60 mm, 2x vnější zkosení 1x45°, otvor Ø24,2, oboustranné zkosení otvoru 1x45°
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22963/001	P-INT-22963
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
PLECH		Polotovar: plech TL. 5	3



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plazma MGM OMNICUT 3100	Svinovací metr	Řezání plazmou
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
025	3910			Mezisklad

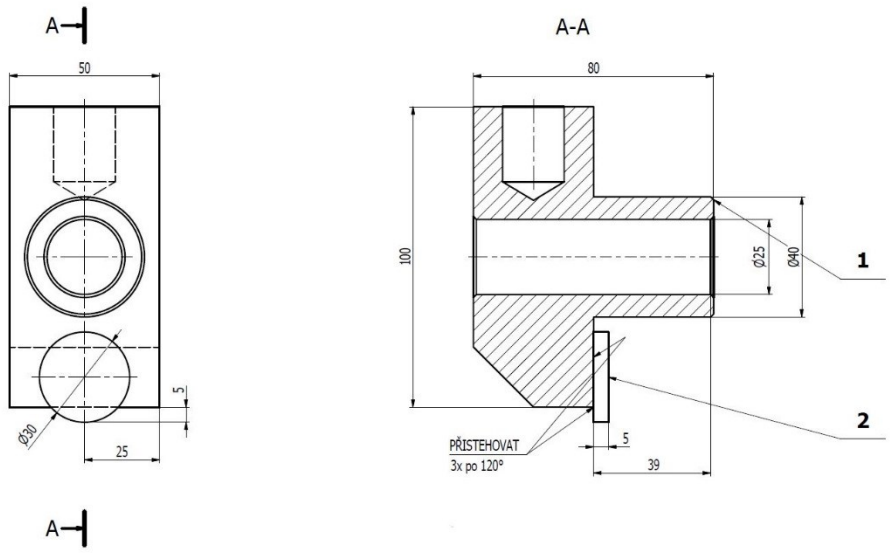
VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů: 1
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22964	P-INT-22933
Název součásti:		Materiál: S355J2+N	Počet kusů:
TĚLESO UPÍNKY		Polotovar: plech TL. 50	3



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2910			Technická příprava výroby
005	2910	Tryskač Lauco 300NS		Tryskání před pálením
006	2910	Plamen Omnicut 4000	Svinovací metr	Řezání plamenem
007	2920	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		Broušení hran po pálení
010	2392	MCFV 1680 Heidenhain iTNC530	Čelní fréza Ø70 ČSN 22 2260, čelní úhlová fréza 45°x40 HSS ČSN 22 254, fréza válcová dlouhá Ø20 ČSN 22 2130, vrták Ø25 ČSN 22 1121, vrták Ø20,5 ČSN 22 1121,	Upnout do svěráku zkosením nahoru, odebrat přídavek cca 5 mm, frézovat oba boky na 100 mm. Přepnout naopak, frézovat délku 80 mm, frézovat Ø40, vrtat otvor Ø25 (zkosení otvoru 1x45° oboustranně, zkosení Ø40 1x45°). Přepnout, vrtat otvor Ø20,5, hl. 25 mm
015	2392	METABO DG 700		Srazit ostří po opracování
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	3. 2. 2020	P-INT-22963	P-INT-22962	
Název součásti:		UPÍNKA SPEC.	Počet kusů:	3

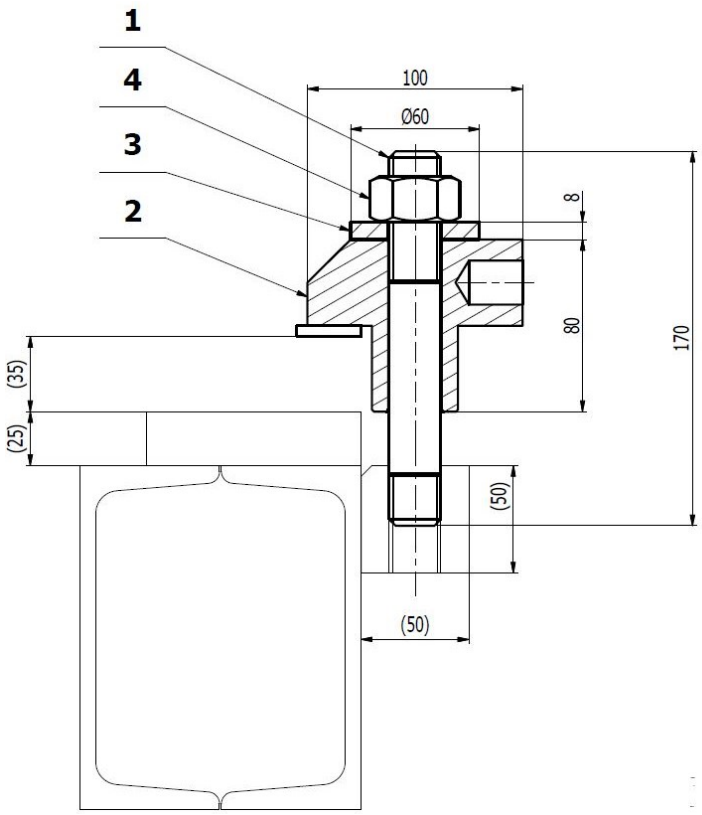
Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22964	TĚLESO UPÍNKY	3
2	P-INT-22963/001	PLECH	3



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, posuvné měřítko	Dle výkresu sestavit a sestehovat ozn. 1 + ozn. 2, sestehovat na hotovou součást.
010	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko	Kontrola provedení
015	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	4. 2. 2020	P-INT-22962	P-INT-22930	
Název součásti:		UPÍNÁNÍ SPEC.	Počet kusů:	3

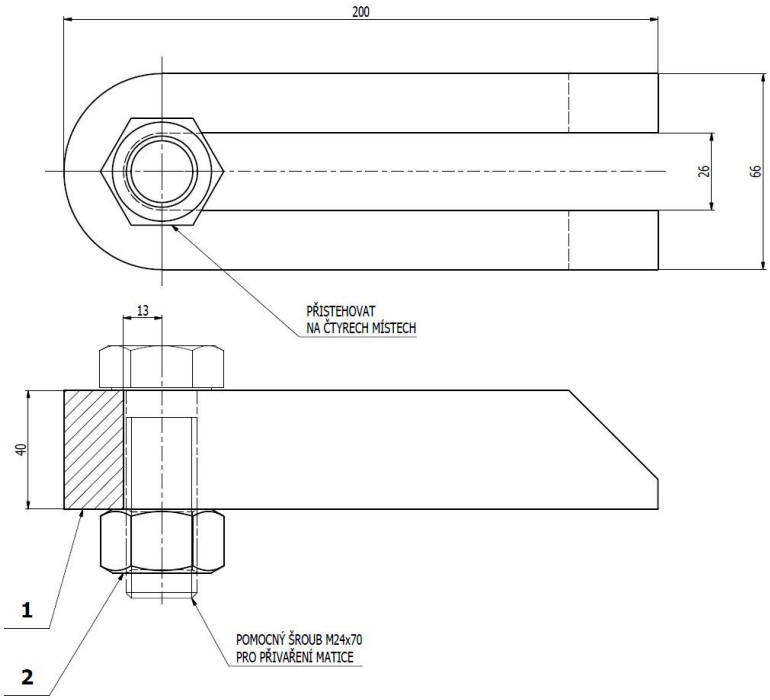
Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1		ŠROUB M24x170	3
2	P-INT-22963	UPÍNKA SPEC.	3
3		PODLOŽKA 25 350 HV	3
4		MATICE M24	3



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	Zkompletovat ozn. 1 až ozn. 4, předat k vyšší sestavě
010	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko	Kontrola provedení
015	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	4. 2. 2020	P-INT-22961	P-INT-22960	
Název součásti:		ÚPRAVA UPÍNKY	Počet kusů:	9

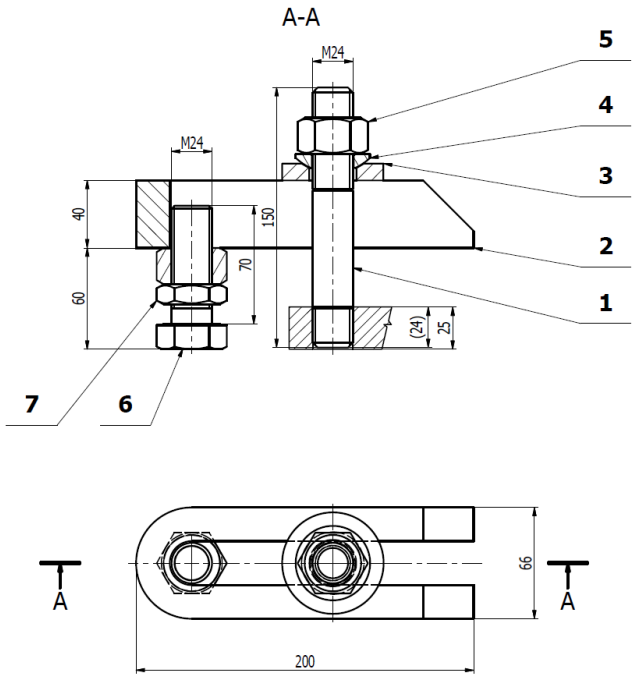
Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1		UPÍNKA ZEŠIKMENÁ	9
2		MATICE M24	9
901		ŠROUB M24x70	1



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Svinovací metr, posuvné měřítko	S použitím pomocného šroubu M24x70 sestavit a sestehovat ozn. 1 + ozn. 2, sestehovat na hotovou součást.
010	3757		Svinovací metr, posuvné měřítko	Kontrola provedení
015	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	4. 2. 2020	P-INT-22960	P-INT-22930	
Název součásti:		UPÍNÁNÍ	Počet kusů:	9

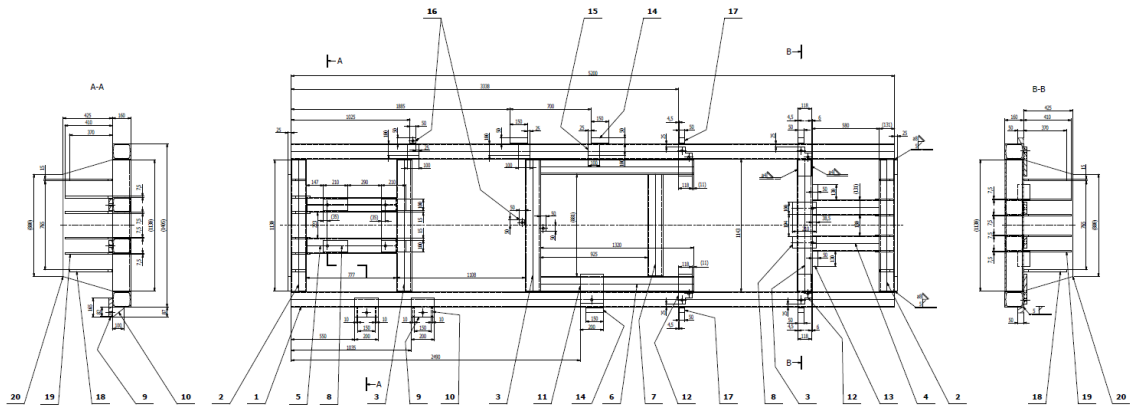
Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1		ŠROUB M24x150	9
2	P-INT-22961	ÚPRAVA UPÍNKY	9
3		KUŽELOVÉ SEDLO G28	9
4		PODLOŽKA KULOVÁ C25	9
5		MATICE M24	9
6		ŠROUB M24x70	9
7		MATICE NÍZKÁ M24	9



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330		Posuvné měřítko	Zkompletovat a předat k vyšší sestavě ozn. 1 až ozn. 7
010	3757			Kontrola provedení
015	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:
			3
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:
Šperlich	4. 2. 2020	P-INT-22932	P-INT-22931
Název součásti:		RÁM SVAŘENEC	Počet kusů: 1

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22933	NOSNÍK	2
2	P-INT-22934	PŘÍČKA-1	2
3	P-INT-22936	PŘÍČKA-2	3
4	P-INT-22938	VÝZTUHA-580	2
5	P-INT-22940	VÝZTUHA-777	2
6	P-INT-22942	NOSNÍK-1320	2
7	P-INT-22945	PŘÍČKA-3	1
8	P-INT-22947	DESKA-1	6
9	P-INT-22948	DESKA-2	2
10	P-INT-22949	ŽEBRO	4
11	P-INT-22950	DESKA-3	1
12	P-INT-22951	DESKA-4	4
13	P-INT-22952	DORAZ	2
14	P-INT-22953	HRANOL	3
15	P-INT-22954	DESKA-5	3
16	P-INT-22955	KOSTKA M24	3
17	P-INT-22956	KOSTKA	4
18	P-INT-22957	ŽEBRO	4
19	P-INT-22958	ŽEBRO	8
20	P-INT-22959	ČELNÍ DESKA	2

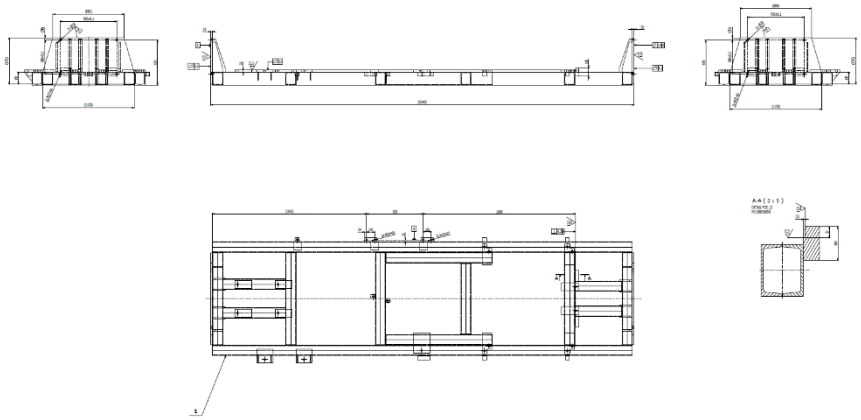


Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby. Připravit pracoviště – plotnu (min. rozměr 6000x2000 mm)
005	2330		Svinovací metr, pásmo, úhelník	Postupně dle výkresu sestavit, slícovat, zúhlovat a sestehovat: 2x ozn.1 + 2x ozn.2 + 3x ozn.3 + 2x ozn.4 + 2x ozn.5 + 2x ozn.6 + 1x ozn.7. Pozor před ustavením 2x ozn.6 podvařit koutový svar mezi 2x ozn.1 a ozn.3
010	3757			Kontrola před svařením, případné nedostatky nechat odstranit.
015	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, pásmo	Prostudovat poznámky na výkrese. Svařit dle výkresu.
020	2330	Plamen	Pravítko	Po svaření vyrovnat
025	3757			Kontrola po svaření, případné nedostatky nechat odstranit.
030	2391		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování pro ustavení: 6x ozn. 8; 2x ozn. 9; 4x ozn. 10; 1x ozn. 11; 4x ozn. 12; 2x ozn. 13; 3x ozn. 14; 3x ozn. 15; 3x ozn. 16; 4x ozn. 17; 4x ozn. 18; 8x ozn. 19; 2x ozn. 20
035	2330	Úhlová bruska FLEX L 1506 VR		V místě ustavení pozic 6x ozn. 8; 2x ozn. 9; 4x ozn. 10; 1x ozn. 11; 4x ozn. 12; 3x ozn. 15; 4x ozn. 18; 8x ozn. 19; 2x ozn. 20 zabrousit svary. Potom ke svařenému rámu postupně dle výkresu sestavit, slícovat, zúhlovat a sestehovat: 6x ozn. 8; 2x ozn. 9; 4x ozn. 10; ozn. 11; 4x ozn. 12; 2x ozn. 13; 3x ozn. 14; 3x ozn. 15; 3x ozn. 16; 4x ozn. 17; 4x ozn. 18; 8x ozn. 19; 2x ozn. 20

Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
040	3757			Kontrola před svařením, případné nedostatky nechat odstranit.
045	2330	Svařovací zdroj Fronius TPS 500i	Svinovací metr, pásmo	Prostudovat poznámky na výkrese. Svařit přistehované pozice dle výkresu.
050	2330	Plamen	Pravítko	Po svaření vyrovnat
055	3757			Kontrola po svaření. Celková kontrola svařence, případné nedostatky nechat odstranit.
015	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			2	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	4. 2. 2020	P-INT-22931	P-INT-22930	
Název součásti:		RÁM-OBROBENÝ	Počet kusů:	1

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22932	RÁM-SVAŘENEC	1

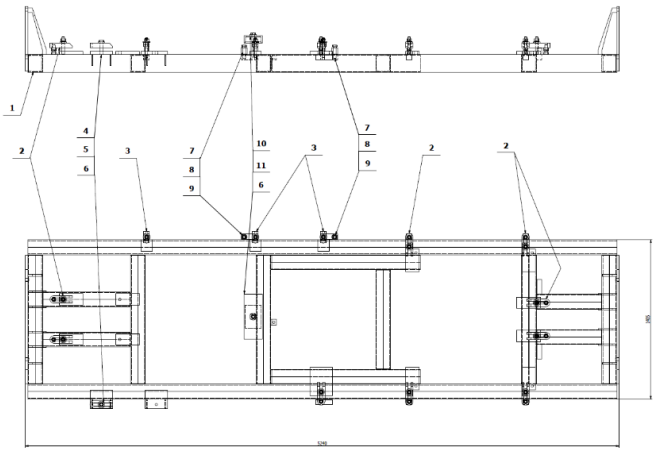


Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2391		Úhelník, ocelové pravítko, rýsovací jehla	Rýsování před obráběním
010	2391	Horizontální vyvrtávačka W160	Čelní fréza Ø70 ČSN 22 2260, vrták Ø28 ČSN 22 1140, vrták Ø24 ČSN 22 1121, závitník M27 DIN 376, fréza válcová dlouhá Ø20 ČSN 22 2130, vrták Ø21 ČSN 22 1121, závitník M24 DIN 371	Dle výkresu a rýsování opracovat s dodržením rozměrových a geometrických tolerancí. Pečlivě upnout, ustavit a opracovat. Upnout na bok na výšku destičkami ke stroji, zapřít zezadu o úhelníky. Přerovnat všechny destičky do roviny – výška 25 mm. Nasadit úhlovou hlavu – frézovat obě čela na tloušťku 20 mm + vrtat 2x otvor Ø28 + vrtat otvor a řezat závit M27-6H. Na 2x poz. 13 frézovat plošku rozměr (5) na 35 mm. Vrtat a řezat závit 4xM24-6H

Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
015	2391	METABO DG 700		Srazit ostří po opracování
020	3757			Provést rozměrovou kontrolu.
025	3910			Mezisklad

VŠB – TU OSTRAVA		Technologický postup	Celkem listů:	
			1	
Vypracoval:	Datum:	Číslo výkresu:	Patří do sestavy:	
Šperlich	4. 2. 2020	P-INT-22930	-	
Název součásti:		UPÍNACÍ PŘÍPRAVEK	Počet kusů:	1

Č. položky:	Číslo artiklu:	Název artiklu:	Počet kusů:
1	P-INT-22931	RÁM-OBROBENÝ	1
2	P-INT-22960	UPÍNÁNÍ	9
3	P-INT-22962	UPÍNÁNÍ SPEC.	3
4		UPÍNKA ZEŠIKMENÁ	1
5		ŠROUB M24x110	1
6		PODLOŽKA 25 350 HV	3
7	P-INT-22965	DORAZ Ø50	2
8		ŠROUB M24x100	2
9		PODLOŽKA 24	2
10	P-INT-22966	UPÍNKA STŘEDOVÁ	1
11		ŠROUB M24x170	1



Číslo operace	Prac.	Stroj	Nástroje, měřidla	Popis operace
004	2330			Technická příprava výroby
005	2330			Dle výkresu a kusovníku zkompletovat přípravek. Funkci přípravku ověřit na prvním kuse za přítomnosti pracovníka jakosti. Po uvolnění do výroby uložit a označit.
010	3757		Svinovací metr, pásmo	Rozměrová a funkční kontrola přípravku. Uvolnit a zaevidovat pro výrobu.

5 Technicko-ekonomické zhodnocení navrženého přípravku

Náklady spojené s výrobou přípravku jsou uvedeny v tabulce 5.1, kde je uvedena cena jednotlivých položek přípravku. Ceny jsou uvedené pouze pro položky, které vstupují do finální kompletace přípravku. Z důvodu velkého počtu součástí přípravku nejsou ceny rozepsány pro jednotlivé detaily, ale pouze pro sestavy a nakupované položky, jež jsou potřebné pro kompletaci. V tabulce 5.2 jsou uvedeny náklady spojené s kompletací přípravku, které provádí zámečník.

Tabulka 5.1 – Cena položek vstupujících do přípravku

Pozice	Číslo artiklu	Název artiklu	Ks	Cena za ks	Celková cena
1	P-INT-22931	Rám-obrobený	1	81 795 Kč	81 795 Kč
2	P-INT-22960	Upínání	9	917 Kč	8 253 Kč
3	P-INT-22962	Upínání spec.	3	1 971 Kč	5 913 Kč
4		Upínka zešikmená	1	447,5 Kč	447,5 Kč
5		Šroub M24x110	1	26,6 Kč	26,6 Kč
6		Podložka 25 350 HV	3	45,6 Kč	136,8 Kč
7	P-INT-22965	Doraz Ø50	2	268,3 Kč	536,6 Kč
8		Šroub M24x100	2	26,6 Kč	53,2 Kč
9		Podložka 24	2	0,8 Kč	1,6 Kč
10	P-INT-22966	Upínka středová	1	628,3 Kč	628,3 Kč
11		Šroub M24x170	1	40,6 Kč	40,6 Kč
Celková cena za vstupující položky					**97 832,2 Kč**

Tabulka 5.2 – Náklady za práci při kompletaci přípravku

Ozn.	Název pracoviště	Cena
1	Zámečnické operace (kompletace přípravku)	4 186 Kč
Celková cena nákladů za práci při kompletaci		**4 186 Kč**

Sečtením ceny položek vstupujících do přípravku a ceny za zámečnickou práci při jeho kompletaci lze zjistit celkovou cenu přípravku. Výsledné náklady na výrobu přípravku dosáhly **102 018,2 Kč**.

5.1 Úspory při zavedení přípravku

Přípravek je navržen pro dva typy svařovaných rámů – velkého a malého. Úspora při výrobě bude pro každý rám jiná kvůli rozdílné složitosti a pracnosti výroby. Velký rám je na výkrese P-INT-22930 označen jako *RÁM 1* a malý jako *RÁM 2*. Při vyhodnocování níže je využito tohoto označení rámů.

5.1.1 Dosažená úspora u Rámu 1

Čas potřebný na výrobu Rámu 1 je rozdělen na čas svářeče a čas zámečníka. Čas na svařování bez použití přípravku činí 69 hodin. Čas zámečníka na rovnání po svařování se rovná 32,6 hodinám. Tyto časy byly sděleny pracovníky výroby.

Při využití polohovadla a přípravku dojde ke zkrácení času přibližně o 10 % u svářeče i zámečníka. Úspora získaná při operaci svařování činí průměrně 6,9 hodin a při operaci rovnání se čas zkrátí o 3,26 hodin.

Celková úspora času i nákladů při zavedení přípravku s polohovadlem je zobrazena v tabulce 5.3.

Tabulka 5.3 – Přehled úspor u Rámu 1

Operace	Časová náročnost	Úspora času při zavedení přípravku	Orientační sazba za hodinu	Finanční úspora
Svařování	69 hod.	6,9 hod.	420 Kč	2 898 Kč
Rovnání	32,6 hod.	3,26 hod.	330 Kč	1 075,8 Kč
Celková úspora získaná zavedením přípravku u Rámu 1				**3 973,8 Kč**

Při zavedení polohovadla s přípravkem je možné při svařování u Rámu 1 dosáhnout úspory **3 973,8 Kč** na každý kus.

5.1.2 Dosažená úspora u Rámu 2

Také čas nezbytný na vyrobení Rámu 2 se dělí mezi svářeče a zámečníka. Práce svářeče bez použití přípravku vyžaduje 61 hodin. Zámečník na rovnání po svařování potřebuje 31,8 hodin. I tyto časy byly udány výrobními pracovníky.

Při zapojení polohovadla a přípravku do výroby se výrobní čas u svařování i zámečnických prací sníží přibližně o 10 %. Úspora získaná při operaci svařování dosahuje průměrně 6,1 hodin a čas rovnání se zkrátí o 3,18 hodin.

Úspora získaná zavedením přípravku s polohovadlem je zobrazena v tabulce 5.4.

Tabulka 5.4 – Přehled úspor u Rámu 2

Operace	Časová náročnost	Úspora času při zavedení přípravku	Orientační sazba za hodinu	Finanční úspora
Svařování	61 hod.	6,1 hod.	420 Kč	2 562 Kč
Rovnání	31,8 hod.	3,18 hod.	330 Kč	1 049,4 Kč
Celková úspora získaná zavedením přípravku u Rámu 2				**3 611,4 Kč**

Zavedením polohovadla s přípravkem při svařování Rámu 2 lze dosáhnout úspory na jeden kus **3 611,4 Kč**.

5.2 Posouzení návratnosti investice do přípravku

Aktuální plán výroby rámů zahrnuje 5 ks Rámu 1 a 7 ks Rámu 2 za měsíc. Měsíční úspora u obou rámu tedy dosahuje **45 148,8 Kč**. Náklady na výrobu přípravku jsou **102 018,2 Kč.** Z toho je zřejmé, že dle současného plánu činí návratnost investice do přípravku dva a čtvrt měsíce.

6 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo navrhnout přípravek usnadňující manipulaci s výrobkem během procesu svařování. Výsledkem této práce je tedy návrh přípravku, který slouží k zefektivnění výrobního procesu ve firmě UNEX a.s. zabývající se těžkým strojírenstvím se specializací na svařované díly.

Na začátku práce bylo třeba provést analýzu současného stavu výroby svařovaného horního rámu. Svařovací proces byl rozebrán na elementární kroky a byla vyhodnocena obtížnost manipulace se svařencem mezi jednotlivými etapami svařování. Zohledněny byly také pomůcky, bez nichž by práce s vyráběnou součástí nebyla možná.

Po zanalyzování současného stavu výroby byl navržen manipulační přípravek, který slouží ke zrychlení a zjednodušení výrobního procesu. Tento přípravek se upíná do polohovadla SIDEROS SLC 250, jež během procesu svařování umožňuje manipulaci se svařovaným výrobkem. Během navrhování manipulačního přípravku byl brán ohled na postup konstrukce tohoto přípravku.

V souladu s cíli práce byl vypracován kompletní technologický postup výroby manipulačního přípravku, který byl zaměřen na co možná nejnižší výrobní náklady. Podle tohoto postupu byl přípravek vyroben ve firmě UNEX a.s.

Diplomová práce byla zakončena technicko-ekonomickým zhodnocením zavedení přípravku do výroby, přičemž byl brán zřetel na časové i finanční úspory. Toto zhodnocení obsahuje výpočet nákladů vynaložených na výrobu manipulačního přípravku a vyhodnocuje celkové úspory vyplývající z jeho zapojení do výrobního procesu. Nakonec byla zhodnocena jeho návratnost.

Vstupní náklady za položky nutné na výrobu přípravku dosáhly částky 97 832,2 Kč. K výdajům bylo rovněž nutné připočítat výdaje za práci při kompletování tohoto přípravku, které se rovnaly 4 186 Kč. Celkové náklady spojené s výrobou přípravku tedy činily 102 018,2 Kč.

Následně byla vyhodnocena úspora u obou rámů, přičemž úspora u *Rámu 1* byla 3 973,8 Kč a u *Rámu 2* dosáhla 3 611,4 Kč. Při plánu výroby zahrnujícím 5 ks *Rámu 1* a 7 ks *Rámu 2* měsíčně pak celková finanční úspora činí 45 148, 8 Kč.

Po srovnání nákladů na výrobu manipulačního přípravku a úspor získaných jeho zavedením do výroby je zřejmé, že návratnost přípravku je přibližně dva a čtvrt měsíce.

Vypracování diplomové práce bylo přínosné také pro společnost UNEX a.s., jelikož došlo k zefektivnění výrobního procesu jednoho z jejích produktů.

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce prof. Dr. Ing. Ivanu Mrkvicovi za vedení diplomové práce a odborné rady při jejím vypracování. Také děkuji firmě UNEX a.s. za umožnění zpracovat tuto diplomovou práci.

7 Seznam použité literatury

[1] MRKVICA, Miloš. *Přípravky a obráběcí nástroje, II. díl: Přípravky*. 3. vydání. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2015. ISBN 978-80-248-3776-5.

[2] PAPEŽ, Karel. *Konstrukce nářadí II: určeno pro posl. fak. strojní*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1972.

[3] ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravky pro obrábění.* Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-214-2336-6.

[4] CHVÁLA, Břetislav a VOTAVA, Josef. *Přípravky.* 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1980. ISBN 05-031-80.

[5] CHLADIL, Josef. *Přípravky a nástroje: Část – Obrábění.* 3. vyd. Brno: VUT, 1992. ISBN 80-214-0408-6.

[6] Liebherr. About Liebherr. *Liebherr in France* [online]. Liebherr [Cit. 2.1.2020]. Dostupné z: https://www.liebherr.com/en/usa/about-liebherr/liebherr-worldwide/france/liebherr-in-france.html

[7] MINAŘÍK, Václav. *Obloukové svařování*. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-119-0.

[8] Hayden Corp United States. Manual Welding Capabilities. *Thermal Spray & Laser Cladding.* Hayden Corp, United States [online]. Copyright © 2017 [Cit. 2.1.2020]. Dostupné z: https://www.haydencorp.com/manual-welding-capabilities/

[9] Sideros. Rotosollevatori e Posizionatori a colonna. *Sideros engineering* [online]. Sideros engineering. [Cit. 4.1.2020]. Dostupné z: http://www.siderosengineering.com/index/it/prodotti/show/rotosollevatori-e-posizionatori-a-colonna/rotosollevatori-e-posizionatori-a-colonna.html

8 Seznam obrázků

9 Seznam příloh

Příloha A	Konstrukční kusovník
Příloha B	Upínací přípravek
Příloha C	Rám-obrobený
Příloha D	Rám-svařenec
Příloha E	Nosník
Příloha F	Příčka-1
Příloha G	Profil U160-1143
Příloha H	Profil U160-1143
Příloha CH	Příčka-2
Příloha I	Výztuha-580
Příloha J	Profil U160-580
Příloha K	Výztuha-777
Příloha L	Profil U160-777
Příloha M	Nosník-1320
Příloha N	Profil U160-1320
Příloha O	Profil U160-1320
Příloha P	Příčka-3
Příloha Q	Profil U160-880
Příloha R	Deska-1
Příloha S	Deska-2
Příloha T	Žebro
Příloha U	Deska-3
Příloha V	Deska-4

Příloha W	Doraz
Příloha X	Hranol
Příloha Y	Deska-5
Příloha Z	Kostka M24
Příloha AA	Kostka
Příloha BB	Žebro-1
Příloha CC	Žebro-2
Příloha DD	Čelní deska
Příloha EE	Upínání
Příloha FF	Úprava upínky
Příloha GG	Upínání spec.
Příloha HH	Upínka spec.
Příloha II	Těleso upínky
Příloha JJ	Doraz Ø50
Příloha KK	Upínka středová